MSX
Introducción práctica al simulador de vuelo
M. MEDEL
LAT 028.28 N
LON 080.34 W
AIR BRAKES
093
144
GEAR
ON
peopleware

Introducción práctica al simulador de vuelo

M. MEDEL

CLARA DEL REY. 20 - 5°D - 28002 MADRID - TELF. 4.15.87.16

Introducción Práctica al Simulador de Vuelo

Editado en 1986 en España por:

PEOPLEWARE, S.A.
Clara del Rey, 20 - 5º D
Teléfono: (91)415.87.16 * 28002 MADRID

Consultas referentes al libro:

PEOPLEWARE, S.A. * Clara del Rey, 20 - 5º D
Teléfono: (91)415.87.16 * 28002 MADRID

Compone e imprime:

CONORG, S.A. * Vía Lusitana, 62
28025 MADRID (ESPAÑA)

I.S.B.N.: 84-86562-00-7
Depósito Legal: M-12227-1986

Printed in Spain

Contenido

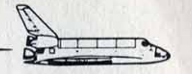
Introducción

Este libro es la segunda parte de otra obra, escrita por el mismo autor, titulada **"DESPEGA CON TU MSX"**. En dicha obra se realizaba, de forma amena e interactiva, una introducción al **BASIC MSX** mediante la confección de varios programas. Las explicaciones sobre comandos e instrucciones, así como los fundamentos e ideas que se dieron entonces, no serán repetidas aquí nuevamente, por lo que es recomendable que aquellos lectores que deseen iniciarse en este sistema, lean el primer libro antes de comenzar éste.

La finalidad que se persigue no es la de proporcionar únicamente el listado de un programa, ni la de hacer otro libro de donde copiar juegos. Se trata de crear un estímulo, como es la realización de un programa de la complejidad de un simulador de vuelo, para demostrar de una forma sencilla y amena, las posibilidades que nos ofrece un ordenador **MSX**. Este simulador supera ampliamente a los existentes en el mercado (MSX), tanto por lo detallado de su cuadro de mandos, como por el rigor con que han sido tratadas las características de vuelo de la nave espacial **COLUMBIA**.

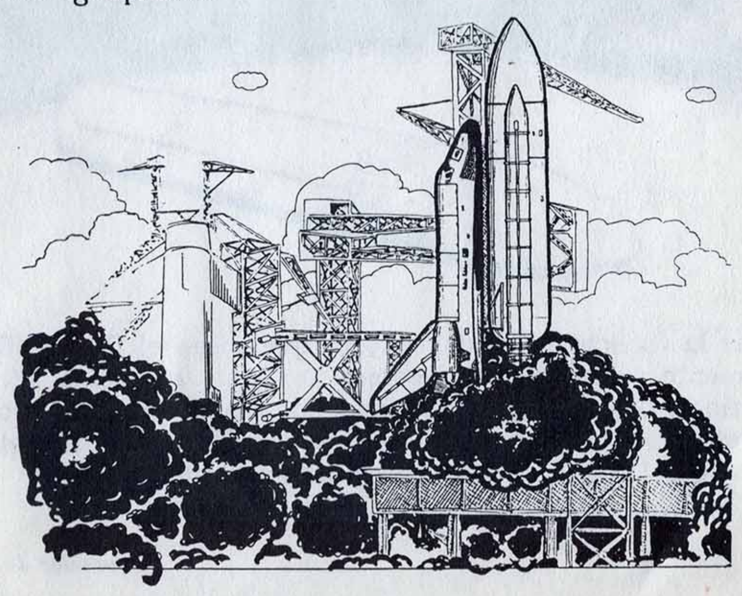
Mediante una correcta estructuración de los bloques en que se divide el programa, conseguimos una mejor comprensión del mismo, pudiendo ver los resultados de lo que hayamos tecleado prácticamente desde el principio, sin necesidad de tener que finalizar todo el listado.

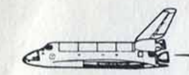
Se ha buscado describir las funciones realizadas por cada una de las subrutinas de una forma minuciosa, pero siempre dentro de la máxima claridad y concisión del texto. Se darán las explicaciones pertinentes cada vez que se haga uso de un nuevo método o instrucción, haciendo que el lector se sienta tutelado en todo momento por las descripciones contenidas en el libro.



El Columbia

El día 12 de Abril de 1981 la nave espacial **COLUMBIA** fue lanzada desde Cabo Kennedy para emprender su primera misión espacial. Esta nave era el ingenio volante más complejo y poderoso que la NASA había construido hasta ese momento, si ya a muchos el ver volar mastodontes del tipo del JUMBO, nos produce cierta sensación de asombro (y hasta de incredulidad), el saber que una nave que con su tanque de combustible y sus cohetes propulsores pesa más de 1.200 toneladas, tiene más de medio millón de líneas de datos, unos motores y cohetes de una potencia punto menos que increíbles, ya que cada uno de sus dos impulsores poseen un empuje de 1.300.000 kg. y que los tres motores principales son capaces de dar una potencia de más de 500 toneladas... ¡cada uno! puede dejarnos al borde del escepticismo total cuando pensamos que el empuje que este ingenio espacial genera en el momento del despegue, es de 3.350.000 kg. aprox...





Los cohetes propulsores que el **COLUMBIA** lleva adosados lateralmente al gigantesco tanque de combustible se separan de éste, después de haber consumido la módica cantidad de 500.000 kg. de propulsor sólido... ¡En 127 segundos...!

Estos cohetes caen desde una altura de 58 km., lo cual nos da una idea de la velocidad que lleva en ese momento nuestra nave, más de 2.000 km/h. (la próxima vez que vaya a comprarse un coche ya sabe qué ejemplo puede poner para la aceleración...). Aproximadamente ocho minutos y medio después del despegue, el tanque externo se separa del **COLUMBIA;** este tanque ha estado proporcionando hidrógeno y oxígeno líquidos a razón de 1.500 kg... ¡por segundo...!

Como verás la voracidad de los motores que posee el **COLUMBIA** es verdaderamente excepcional, como lo son el resto de sus características, a pesar de estos consumos tremendos, la puesta en órbita de cargas mediante esta nave es 15 veces más rentable que con un cohete del tipo de los que se utilizaban anteriormente.

Diez minutos y medio después del lanzamiento se enciende el primer motor de Sistema de Maniobra Orbital (OMS). La altura en ese momento es de 150 km., 30 minutos después, el segundo motor OMS entra también en ignición. Con estos dos motores el **COLUMBIA** se sitúa en una órbita entre 250 y 400 km.

Una vez que nuestra nave está en órbita, es cuando nosotros comenzamos con nuestro **programa de simulación** (¡ya estabas pensando que te habías equivocado de libro...!). El regreso a la tierra es una operación más larga que la puesta en órbita, esta fase comienza invirtiendo la nave sobre sí misma, tanto con respecto al sentido de avance, como a su posición con respecto a la tierra. En esta posición, los cohetes del sistema orbital son encendidos durante dos minutos, frenando el avance; al perder velocidad el **COLUMBIA** pierde también altura, acercándose, al principio de una forma paulatina, a la atmósfera, el contacto con ésta se realiza aproximadamente a los 150 km. de altura. Y en ese momento las cosas comienzan a cambiar...

La velocidad de la nave es en ese momento superior a los 28.000 km/h. y aproximadamente 30 minutos después, comienza a sentirse la fricción atmósferica, la altura es de unos 130 km.

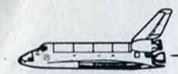
Seguro que alguna vez en el verano has visto uno de estos meteoritos que dejan ese rastro ígneo en el cielo, mientras se funden debido a la fricción atmósferica... ¡Pues así se pone nuestro **COLUMBIA...** como una brasa...!

Para evitar que la nave se funda literalmente, está recubierta en un 70% de su superficie por unos 34.000 azulejos térmicos de unas características que podemos conceptuar de super especiales, sobre todo los que protegen el morro, que es la parte donde la temperatura es más alta: 1.430 grados centígrados... claro que el borde de las alas no se queda atrás con más de 1.300 grados... sin contar con la panza y el flap de protección de los motores, cuya temperatura es cercana a los 1.000 grados... ¡Todo un horno vamos...!

Desde la entrada en la atmósfera, aproximadamente en la vertical de la ciudad de México, hasta los 55 km. de altura, encima del Golfo del mismo nombre, donde la velocidad es de unos 13.000 km/h., la temperatura es el problema más grande con el que tienen que verse los astronautas (y nosotros cuando hagamos el programa...) , ya que si la nave desciende con un ángulo mayor del permitido, la velocidad aumentará ...y la temperatura... ¡mejor no lo pensemos...!

Para evitar que esta catástrofe se produzca el **COLUMBIA** cuenta con sistemas especiales de freno (no... no son de disco...), que como es lógico nosotros también tendremos en nuestro simulador. A 21 km. de altura la velocidad es de 1.650 km/h., reduciéndose a 540 cuando está a 3.000 m., que es el momento en que los ordenadores de tierra toman el control de la nave.

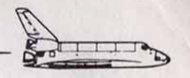
Desgraciadamente, en nuestro caso no contaremos con ordenador de tierra, el presupuesto sólo nos ha dado para este MSX..., así que tendremos que aterrizar nuestra nave **a pelo,** eso sí, ayudados por los sistemas de a bordo, que como verás son de lo más completo.



Para finalizar esta explicación sobre el **COLUMBIA**, únicamente decir que la velocidad con que aterriza es de 350 km/h. Verás que las condiciones que debe poseer esta nave, y las pruebas por las que debe pasar distan mucho de ser corrientes. Nosotros trataremos de reproducir al máximo cada una de las condiciones, temperatura, velocidades, densidad del aire, recorrido, etc.

Asimismo, procuraremos recrear el cuadro de mandos (dentro de las limitaciones impuestas por la escala que debemos emplear) y las características de vuelo de una nave como ésta.

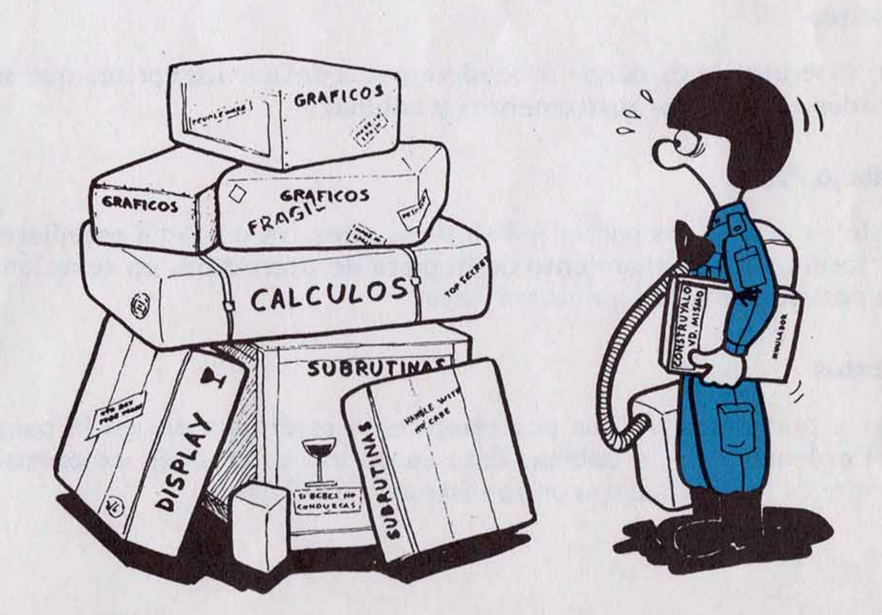
Una vez que ya tenemos una idea de las pruebas que debe soportar el **COLUMBIA**, creo que ha llegado el momento de poner manos a la obra y comenzar con nuestro programa.

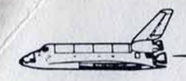


Distribución de nuestro programa

En este capítulo vamos a realizar la estructura de nuestro programa dividiendo los distintos cometidos que debe realizar, en bloques diferenciados entre sí. Este tipo de programación (como ya vimos en el anterior libro) nos permite una mejor comprensión al poder separar, dentro de la estructura del programa, un bloque o subrutina identificado por la función que ejecuta.

Comenzaremos esta división con cuatro grandes bloques, **gráficos, cálculos, display** y **subrutinas.**





GRAFICOS

En esta parte es donde realizaremos la cabina de mandos con los instrumentos de control. También será aquí donde definiremos todos los **sprites** que utilizaremos en el transcurso del programa, así como los textos especiales construidos por medio de cadenas alfanuméricas, este bloque se subdivide a su vez en otros cinco.

Dibujo Cabina

Como habrás adivinado, es donde dibujamos (era muy fácil...) la cabina del COLUMBIA en la parte correspondiente al comandante de vuelo.

Instrumentos, números y textos

Aquí realizaremos los números y los textos especiales que serán usados por nuestros instrumentos.

Sprites

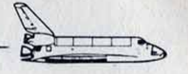
En este bloque es donde procederemos a definir los sprites que serán usados en nuestros instrumentos y cabina.

Dibujo Pista

Esta es una de las partes más interesantes, ya que aquí estudiaremos la forma y posicionamiento de la pista de aterrizaje, en relación con su posición relativa a nuestra nave.

Textos

Estos textos son los que posteriormente serán puestos en la pantalla del ordenador de la cabina. Esta subrutina es un buen exponente de lo que es posible hacer con la instrucción DRAW.



CALCULOS

Este es el **corazón** de nuestro programa, aquí es donde se realizan todos los cálculos relativos a las velocidades, recorrido, altura, posición, ángulo, etc. Como el anterior bloque de gráficos, también se subdivide, sólo que en este caso únicamente en dos partes.

Cálculos generales

Donde determinaremos la resistencia del aire, inclinación vertical, velocidad lineal, velocidad vertical, altura, velocidad máxima y mínima, recorrido, etc.

Cálculos de posición

En esta subrutina realizaremos las operaciones necesarias para establecer nuestra dirección, latitud y longitud. Este es un bloque muy interesante, del cual carecen muchos de los simuladores que actualmente existen en el mercado. Mediante las indicaciones proporcionadas por esta subrutina, y el mapa que tienes en el libro, podrás orientarte como lo hace un piloto en la realidad.

DISPLAY

Una vez que tenemos los cálculos realizados, es necesario exponerlos en la pantalla, esta exposición tiene varias formas: desde el movimiento de una aguja en un instrumento, hasta el indicador digital con escala numérica. La finalidad de esta subrutina es la de convertir los datos matemáticos, obtenidos en CALCULOS, a la forma de representación gráfica exigida por el instrumento indicador correspondiente. Este es un bloque único, si bien extenso, donde veremos muchos trucos para la representación gráfica de valores.

SUBRUTINAS

Dentro de esta parte se encuentran aquellos bloques que deben estar disponibles para usar en cualquier momento por el programa. Entre estas subrutinas se encuentran las de los tres tipos de frenos que vamos a tener, el accionamiento del impulsor, el tren de aterrizaje, el posicionamiento de la pista, etc.

Estas son, en síntesis, las partes en que va a estar dividido nuestro programa, mejor que entrar aquí en una descripción detallada de cada una de ellas, creo que es más conveniente profundizar en las mismas al mismo tiempo que las realizamos.

Con el fin de tener una guía de la distribución, en la figura 1 tienes representada la carta de flujo de nuestro programa de una forma simplificada.

Mezcla de programas

Vamos ahora a proceder a **tomar** una subrutina que ya realizamos en el libro anterior, **DESPEGA CON TU MSX.** Se trata de "SONIDO", si tú no has leído este libro o no tienes realizada esta parte, puedes copiarla del listado que se suministra al final del capítulo. Carga el programa anterior y lista las siguientes líneas:

LIST 7000 - 7150

Escribe ahora la instrucción NEW

NEW

11000 DISTRIBUCION

11500 LOOP PRINCIPAL ⇔ 11700 DISPLAY

PISTA — SI ⇔ 17000 PISTA

NO

11600 CALCULOS 1 ⇔ 13000 CALCULOS 2

ATERRIZAJE — NO $\to$ 11500 LOOP PRINCIPAL

SI

14000 ATERRIZAJE

① 19500 FINAL/PRINCIPIO

② 20000 DIBUJO CABINA

③ 20600 INSTRUMENTOS NUMEROS/TEXTOS

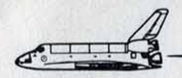
④ 21800 SPRITES

⑤ 22500 VARIABLES

SUBRUTINAS

- 7000 SONIDO
- 11100 STICK
- 12500 CONVERSION
- 19000 FRENO COHETE
- 19050 FRENO RUEDA
- 19100 FRENO AIRE
- 19150 TREN ATERRIZAJE
- 19250 IMPULSOR
- 19300 VL EXCESIVA
- 19350 VL PERDIDA
- 19400 CATASTROFE

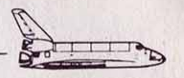
Fig. 1 Distribución del programa



New

Con esto borramos **todo** el programa, pero sin embargo, en la pantalla tenemos todavía el listado. Sitúa el cursor en la línea 7000 por medio de las teclas de control, pulsa ahora RETURN tantas veces como sea necesario para que el cursor llegue al final del listado. Si ahora borras la pantalla y listas, comprobarás que tienes toda la subrutina, copia ahora la parte que te falta del listado que se da a continuación.

```
10 REM ATERRIZAJE
6990 SCREEN2,2:GOTO 11000
7000  REM SONIDO
7010  RESTORE 7110:GOTO 7100
7020  RESTORE 7120:GOTO 7100
7030  RESTORE 7130:GOTO 7100
7040  RESTORE 7140:GOTO 7100
7050  RESTORE 7150:GOTO 7100
7100 FOR R=0 TO 13:READ S:SOUND R,S:NEXT:R=0:
     RETURN
7110  DATA 0,0,0,0,0,0,29,7,16,16,16,0,90,1
7120  DATA 60,5,8,13,100,1,24,4,10,16,16,8,200,13
7130  DATA 0,0,0,0,0,0,01,7,06,0,06,0,85,14
7140  DATA 0,0,0,0,0,0,30,7,16,00,00,060,00,14
7150  DATA 0,0,0,0,0,0,25,7,00,00,16,0,80,00
11000 REM ATERRIZAJE
11010 KEY OFF:GOTO 19500
11050 REM DISTRIBUCION
11060 GOSUB 20000:GOSUB 20600:GOSUB 21800:
      GOSUB 22500:GOTO 11500
11100 REM STICK ELEV.
11310 RETURN
11500 REM LOOP PRINCIPAL
11600 REM CALCULOS
11690 GOTO 11500
11700 REM DISPLAY
12100 RETURN
12500 REM CONVERSION
12530 RETURN
```



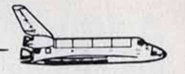
```
13000 REM DI/LAT/LONG
13250 RETURN
14000 REM COMPROBACIONES ATERRIZAJE
14670 GOTO 14670
17000 REM DIBUJO PISTA
17530 RETURN
19000 SUBRUTINAS
19390 RETURN
19400 REM CATASTROFE
19500 REM FINAL/PRINCIPIO
19580 GOTO 11050
20000 REM DIBUJO CABINA
20120 RETURN
20600 REM INSTRUMENTOS
21790 RETURN
21800 REM SPRITES CABINA
22380 RETURN
22500 REM INICIALIZACION
22530 RETURN
```

Graba el programa siguiendo la práctica que ya establecimos en el primer libro, es decir, dar un nombre distinto a cada uno de los subprogramas que vayamos haciendo, grabarlos uno detrás de otro en la cinta sin borrar el anterior, tomar nota de dónde empieza cada uno, y lo más importante... ¡comprobar que la grabación ha sido correcta antes de apagar el ordenador...!

Salva ya el programa con el nombre de LAND1:

CSAVE "LAND1"

Existe un cassette grabado con este programa completo para aquellos lectores interesados en estudiar sus particularidades y características, pero que no desean escribirlo.

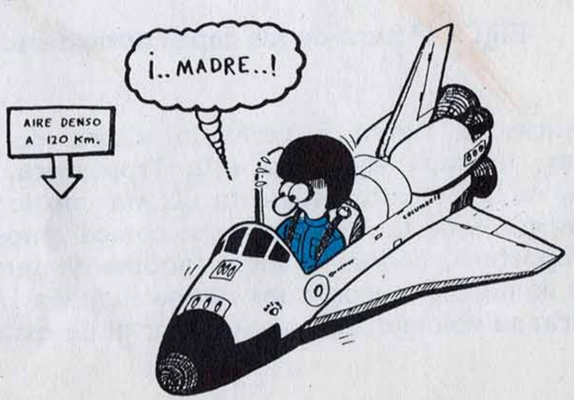


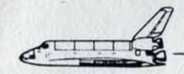
Cálculos

Como ya dijimos, este bloque es el corazón de nuestro programa, así que a un órgano tan importante vamos a darle el tratamiento que se merece. Puesto que aquí realizaremos todos los cálculos referentes al comportamiento de nuestra nave, es lógico que previamente sepamos cuál es ese comportamiento, no únicamente en el COLUMBIA, sino en cualquier avión (que nadie piense que esto es un curso de vuelo y se vaya a comprar un avión para las prácticas...).

DENSIDAD DEL AIRE

Si eres aficionado a la aeronáutica sabrás que los aviones tienen un **techo** máximo del cual no pueden pasar, este **techo**, o altura máxima, es la consecuencia de varios factores, como son: la superficie alar, el peso, la velocidad y **la densidad** del aire, entre los más principales, creo que todos sabemos (y el que no lo sepa que se entere...) que el aire es más denso en las capas bajas de la atmósfera que en sus capas altas.





La capa más baja de la atmósfera, que es donde vivimos, recibe el nombre de Troposfera y tiene una altura media de unos 12 km. Esta capa es la de menor volumen de las cuatro en que dividimos nuestra **Atmósfera,** Troposfera, Estratosfera, Ionosfera y Exosfera, pero a pesar de ser la menor, es la de mayor densidad, ya que contiene las tres cuartas partes de la masa atmosférica.

1.200 Km.

EXOSFERA

600-800 Km.

IONOSFERA

COLUMBIA 400 Km.

ALTURA DONDE LA FRICCION DEL COLUMBIA
CON LA ATMOSFERA EMPIEZA A SENTIRSE

140 Km.

X-15 107 Km. ALTURA

60-80 Km.

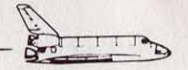
ESTRATOSFERA

10-12 Km. TROPOPAUSA

TROPOSFERA DC-9 10Km. ALTURA

Fig. 2 Altura de las capas atmosféricas

Si ahora miras la figura 2 verás la altura de las otras capas atmosféricas, la capa siguiente a la Troposfera, separada por la Tropopausa, es la Estratosfera, ésta última contiene casi la cuarta parte de los gases de la Atmósfera; si comparamos su volumen con el de la Troposfera, podrás deducir fácilmente que la densidad del aire en ella es mucho menor, pues siendo su masa 1/3 de la que tiene la Troposfera, su volumen es muy superior al de ésta.



La densidad de las otras capas, teniendo en cuenta su volumen, es muy pequeña. Seguramente te estarás preguntando ¿y todo este rollo, qué tiene que ver con el simulador...? Un poco de calma y ahora te lo explico.

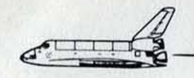
RESISTENCIA DEL AIRE (RA)

Dado que en nuestro programa situaremos al **Columbia** a 130 km. de altura, y le vamos a aterrizar a nivel del mar, nos encontramos con que la variación de la densidad del aire es muy grande, lo cual afecta por un lado a la sustentación y por otro a la resistencia que el aire impone al avance de cualquier avión; esa resistencia se manifiesta de dos formas distintas, por un lado frena su avance y por otro, si la velocidad (como en nuestro caso) es muy alta, la fricción de las moléculas del aire sobre la superficie externa generan temperaturas, que como sucede en el **Columbia,** pueden llegar a superar los 1.400 grados C., e incluso provocar la fusión total del avión (si no controlamos nuestra velocidad) como si se tratara de un meteorito.

Por lo tanto, y después de esta "atmosférica disertación", el primer cálculo que vamos a realizar en este bloque es el que nos va a dar la resistencia del aire según la altura. El valor que obtendremos será únicamente relativo y para uso del programa, no tiene nada que ver con su densidad real.

RA=VL/(500+.0177*AL)

Fig. 3 Cálculo de la resistencia del aire



En la figura 3 tienes la fórmula de la que hablabamos, claro que dicho esto así, esta fórmula puede ser la de la resistencia del aire o la de la relación del crecimiento de la remolacha según el agua que le cae encima cuando llueve...

Esto nos lleva a otra explicación, no te asustes que ésta nos va a servir para el resto del libro... (¿pesado yo...?).

INTERPOLACION LINEAL

Este es un método muy sencillo que nos permite conocer el valor de una variable sobre la que intervienen dos factores, y que podemos plantear tanto de forma gráfica como matemática. En vista de que nos hemos quedado como estábamos, vamos a ver de una forma práctica cómo obtenemos nuestra **resistencia del aire** (RA).

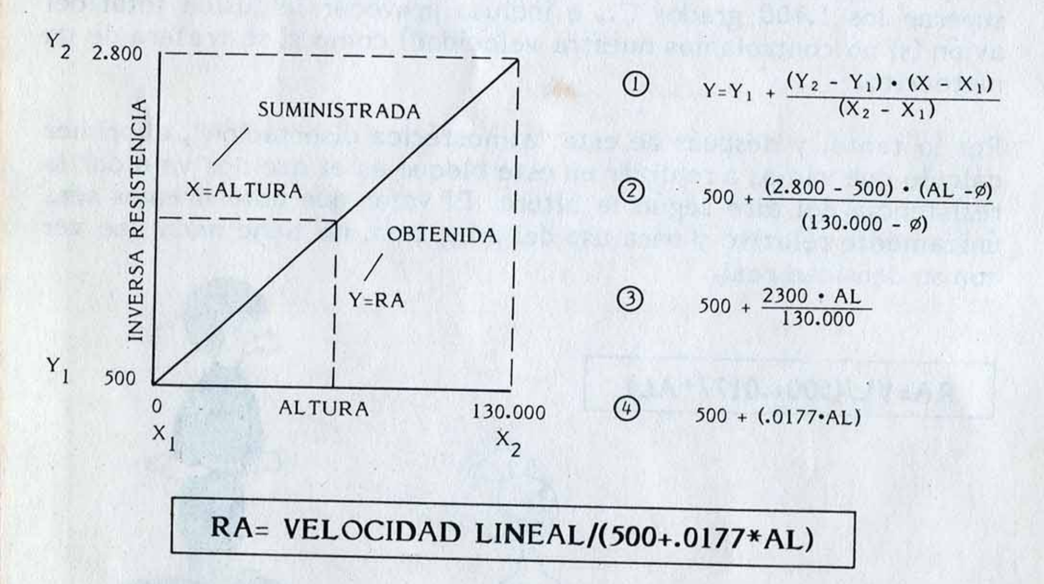


Fig. 4 Obtención de la inversa de la resistencia del aire

En la figura 4 tenemos representados dos ejes perpendiculares, correspondientes a la abcisa y la ordenada, el eje de la abcisa representa la altura, que en este caso va desde 0 a 130.000 m. En el eje de la ordenada es donde representamos **la inversa** de RA (Resistencia Aire), la obtención de la inversa se debe a que el uso que posteriormente hacemos de este valor así lo exige.

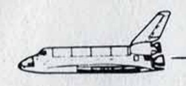
Interpolando ahora un valor de la altura, en su cruce con la línea inclinada, nos da un valor de la resistencia, los valores máximo y mínimo (2.800-500), que tenemos en la escala Y, no tienen nada que ver con los del aire, son únicamente producto de la experimentación con este simulador. En la misma figura tienes representada la fórmula **base** y su simplificación, tal y como la usamos en el programa.

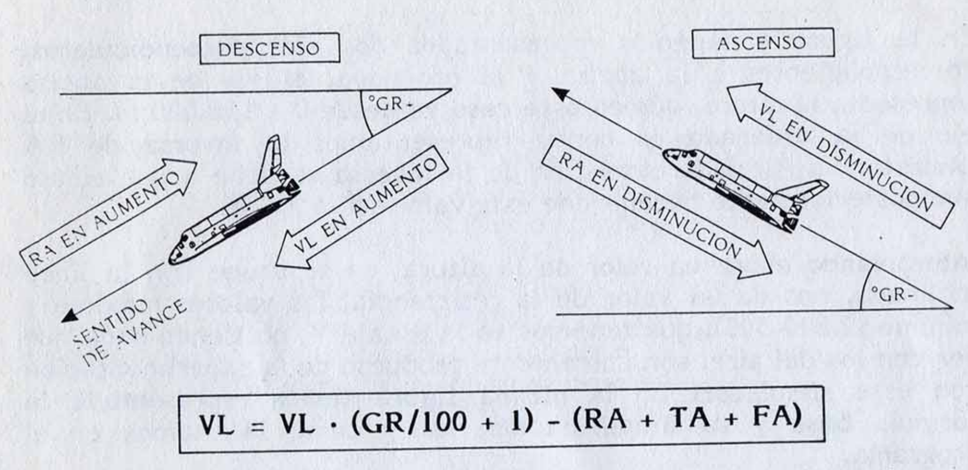
En el cálculo de la resistencia del aire **RA** vemos que interviene también la velocidad lineal **VL**, cuanto mayor sea esta velocidad, mayor será el efecto de la resistencia, independientemente de la altura.

VELOCIDAD LINEAL (VL)

Vamos pues a realizar un **algoritmo** que nos sirva para calcular la velocidad lineal de nuestro avión, esta velocidad es la que se desarrolla sobre el eje longitudinal, dado que nuestro **Columbia** es un pesado planeador que no puede utilizar sus motores en el descenso (entre otras cosas, por carecer de combustible para ellos...), lo único que puede influir en su velocidad es el ángulo con el que nos aproximamos (o separamos) a la superficie de la tierra, cuanto más grande sea nuestra inclinación, mayor será nuestra velocidad.

Esto es lógico y no creo que requiera más explicaciones, de cualquier forma, para los amantes de las descripciones gráficas, en la figura 5 tienes representado lo que ocurre con nuestra nave, dependiendo de su inclinación longitudinal.





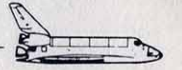
VL = VL · (GR/100 + 1) - (RA + TA + FA)

Fig. 5 Velocidad lineal dependiendo de la inclinación (GR)

Como vemos, en la figura 5 tenemos nuestro **algoritmo** dispuesto, la fórmula es sencilla, vemos que **VL** es igual a sí misma multiplicada por un factor resultante de dividir los grados **GR** por **100+1,** si estos grados son positivos (descenso), la velocidad aumentará, si por el contrario son negativos, la velocidad disminuirá. La obtención de un número como **100** que divide **GR** es producto del ensayo con distintos valores.

En esta fórmula también interviene **RA** restando su valor al producto anterior, junto con **RA** vemos otras dos variables, **TA** y **FA.** Estas variables son las abreviaturas correspondientes a Tren de Aterrizaje y Freno Aerodinámico, que serán estudiadas posteriormente, únicamente decir que cualquiera de ellas hará disminuir nuestra velocidad. Habrás observado la interacción entre **RA** y **VL;** si **VL** aumenta, **RA** aumentará también, haciendo a su vez disminuir a **VL,** con lo cual **RA** disminuye produciendo el aumento de **VL...**

Este proceso se repite hasta llegar a una situación de equilibrio, en un tipo de formulación de estas características es importantísimo la magnitud de los valores asignados a cada variable, así como el orden o la disposición con que los distintos **algoritmos** son situados en el programa. Bien, tenemos una nueva variable que ver, me refiero a **GR,** así que vamos a continuar con ella.



INCLINACION EN GRADOS (GR)

Ya vimos en la figura 5 cómo la inclinación afectaba a nuestra nave, tanto en su trayectoria como en su velocidad. ¿Pero, cómo hacemos nosotros para variar esa inclinación...?

La respuesta es: mediante un dispositivo llamado **elevador** o timón de profundidad, que todos los aviones poseen (y el **Columbia** para no ser menos también), este dispositivo está situado en el borde de salida del ala, según está representado en la figura 6.

ASCENSO

-GR

DESCENSO

+GR

TIMON DE DIRECCION

CENTRO DE GRAVEDAD

ELEVADOR

Fig. 6 Timón de profundidad o elevador de COLUMBIA

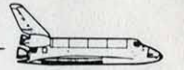
Si con el **elevador** podemos cambiar la inclinación **GR**, lo único que (aparentemente) debemos hacer es sumar, o restar, a un valor dado de grados el valor del elevador, más o menos algo como esto:

GR=GR+E (E=elevador)

Esta es la fórmula que podíamos emplear, pero lo que ocurre es que el elevador, dependiendo de la velocidad, tiene una **efectividad** distinta... ¡El tema se lía de nuevo...!

Todos hemos percibido alguna vez cómo ese aire -que aparentemente no tiene cuerpo- se vuelve **sólido** y que sentimos nuestro avance a través del mismo cuando su velocidadd es alta, por ejemplo en un vendaval. Pues algo parecido es lo que le pasa a un avión, necesita **sentir** el aire, ir como mínimo a una velocidad determinada para que sus controles respondan correctamente.

Fig. 7 Entrada en pérdida



En la figura 7 está representada la trayectoria que seguiría nuestra nave si mantuviéramos el elevador hacia arriba, como puedes ver, a medida que asciende va reduciendo su velocidad, hasta que llega un momento en el cual queda literalmente **colgada** en el aire, por unas fracciones de segundo ni sube ni baja (algo parecido a cuando tiramos una piedra hacia el cielo). Inmediatamente inicia un **picado,** pero como la velocidad **VL** es muy baja el elevador no responde, por lo cual cae perpendicularmente, se dice que ha **entrado en pérdida.** Cuando la velocidad supera la mínima necesaria o de **pérdida,** el elevador comienza a actuar de nuevo, repitiéndose el proceso anterior, sólo que esta vez a menor altura que anteriormente, si no habríamos descubierto el movimiento continuo...

Para conseguir este efecto, el algoritmo empleado para **GR** es un poco más complicado que el anterior y queda de esta manera:

GR=GR+E-(VL-VS)/1000+ABS(TI/200)

Realmente el principio es el mismo que en la fórmula anterior, lo que hacemos ahora es que la inclinación no sea únicamente resultado de la posición del elevador, sino que también dependa de la velocidad. La aplicación de **VL** no es directa, por el contrario usamos una fracción de la diferencia entre **VL** y **VS,** esta diferencia puede ser positiva (caso de descenso) o negativa (situación de ascenso), este valor se sumará o restará a **GR** modificando la trayectoria, tal y como está representado en la figura 8.

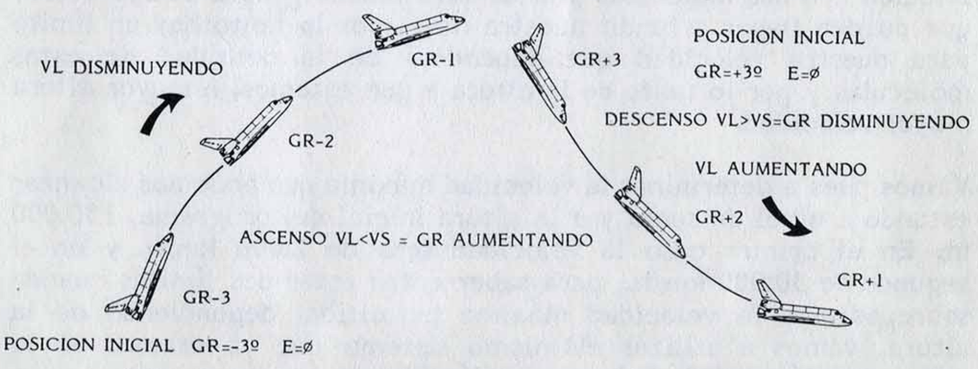
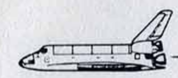
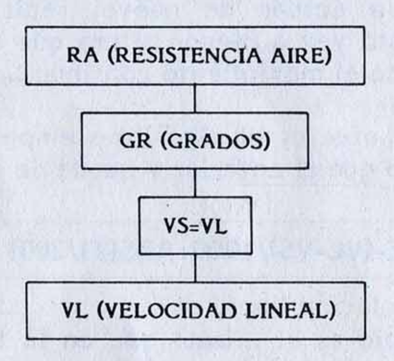


Fig. 8 Modificación de GR en función de la velocidad



En la última parte del algoritmo hemos incluido el valor **absoluto** del timón **TI** dividido por **200,** siempre que actuemos sobre el timón añadiremos un valor positivo a **GR,** o dicho de otra manera, nuestra nave **picará** un poco más, por lo tanto deberemos ser cautos a la hora de actuar sobre el timón, corrigiendo esa inclinación vertical con el elevador, tal y como sucede en un avión normal.

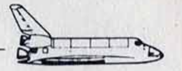
La disposición de estos cálculos, con la inclusión de la variable **VS** (velocidad segunda), queda de esta forma:



VELOCIDAD EXCESIVA (EX)

Cuando hablamos de la resistencia del aire **RA** ya dijimos que la fricción con sus molëculas a altas velocidades genera temperaturas que pueden llegar a fundir nuestra nave, por lo tanto hay un límite para nuestra velocidad que dependerá de la densidad de estas moléculas y por lo tanto de la altura a que estemos, a mayor altura mayor velocidad.

Vamos pues a determinar la velocidad máxima que podemos alcanzar estando a nivel de suelo y a la altura inicial del programa, 130.000 m. En el primer caso la velocidad será de 2.000 km/h. y en el segundo de 30.000 km/h., para saber entre estos dos límites cuando sobrepasamos la velocidad máxima permitida, dependiendo de la altura, vamos a utilizar el mismo sistema que ya usamos en la determinación de **RA,** la **interpolación lineal.**



En la figura 9 tienes la representación de esta interpolación.

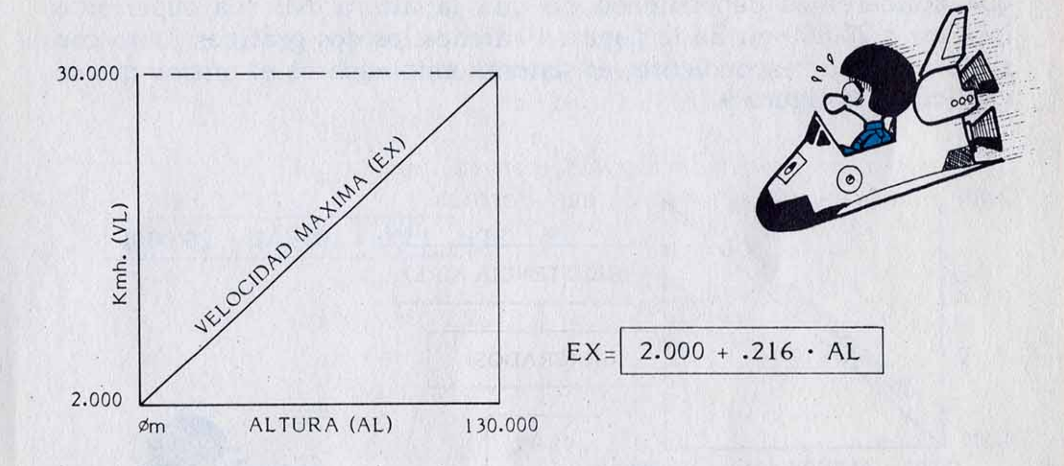


Fig. 9 Interpolación lineal de EX (velocidad excesiva)

El sistema que se ha empleado es el mismo que ya explicamos en la figura 4, por lo tanto, si quieres obtener el resultado por ti mismo, puedes aplicar la fórmula que ya dimos en aquella figura.

El valor que obtenemos nos servirá posteriormente para determinar si **VL** es superior a **EX,** y actuar en consecuencia, en este caso accediendo a la subrutina de **V**elocidad **E**xcesiva.

VELOCIDAD DE PERDIDA (ST)

Así como existe una velocidad máxima dependiente de la altura, también existe una velocidad mínima, por debajo de la cual nuestra nave pierde sustentación y cae como si de una piedra se tratara. Esta es la **velocidad de pérdida,** el llamarla **ST** es debido a su nombre en inglés, **stall.**

El cálculo que debemos realizar es similar al de la velocidad excesiva **EX**, únicamente que esta vez vamos a hacer dos cálculos que aplicaremos dependiendo de que la altura **AL** sea superior o inferior a 20.000 m. En la figura 10 tienes los dos gráficos junto con su fórmula correspondiente, el sistema empleado es el mismo que se explicó en la figura 4.

7.000
Kmh. (VL)
VELOCIDAD MINIMA (ST)
1.500
20.000 ALTURA (AL) 130.000

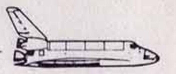
1º ST= 1500 + .05·(AL - 20.000)

1.500
Kmh. (VL)
VELOCIDAD MINIMA (ST)
340
0 ALTURA (AL) 20.000

2º ST= 340+.058 · AL

Fig. 10 Interpolación lineal de ST (velocidad de pérdida)

El valor obtenido en cada momento, dependiendo de la altura, será comparado con el de la velocidad lineal **VL**, en el caso de que ésta sea inferior a **ST** se producirá el acceso a la subrutina de entrada en pérdida **ST**, ésta y las subrutinas mencionadas anteriormente, serán tratadas en su momento.



VELOCIDAD VERTICAL (VV)

Esta es otra velocidad importante en cualquier avión, aquélla con la que nos aproximamos a la tierra... ¡Esperemos que en nuestro caso no sea muy alta...!

La determinación de la velocidad vertical **VV** viene dada por el ángulo de incidencia **GR** y la velocidad lineal, tal y como está representado en la figura 11, es fácil deducir que cuanto mayor sea esta velocidad, o el ángulo de incidencia, mayor será **VV.**

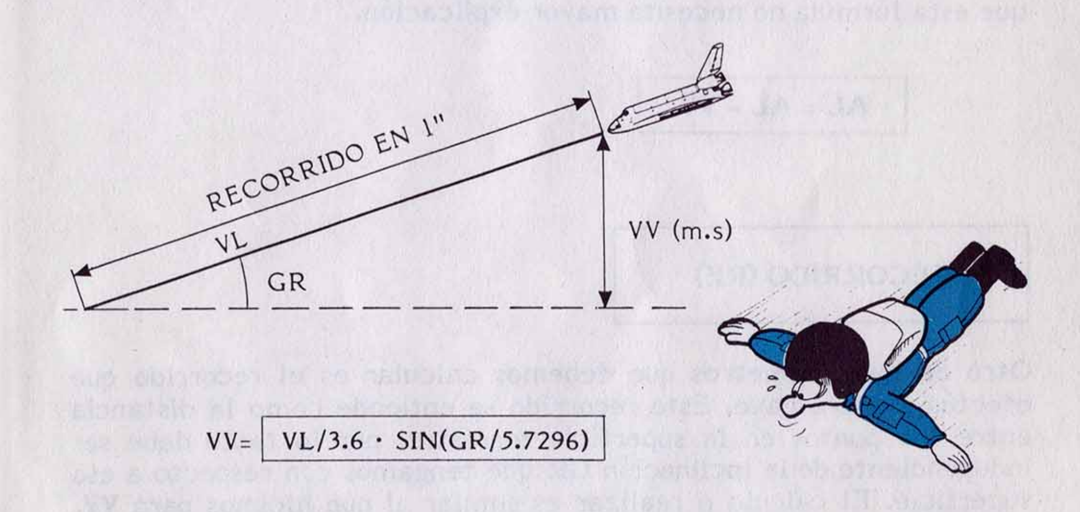
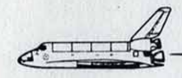


Fig. 11 Velocidad vertical (VV)

Esta velocidad puede ser positiva -descenso- o negativa -ascenso- dependiendo de que el ángulo sea a su vez positivo o negativo. El valor de **VV** se da normalmente en metros por segundo, con este fin dividimos **VL** (velocidad lineal) por 3.6, multiplicado el cociente por el seno del producto de la división de **GR** por **5.7296,** según está representado en la figura 11.



La fórmula para determinar el cateto que representa la velocidad vertical sería **(VL*SIN(GR/180*3.1416))/3.6,** pero ahorramos una operación dividiendo previamente **180/3.1416.**

ALTURA (AL)

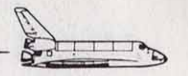
Para determinar la altura que tenemos, lo único que debemos hacer es restar al valor inicial el de VV, en el caso que este valor fuera negativo (ascenso), la resta se convertiría en suma, **(-)-(-)=+,** creo que esta fórmula no necesita mayor explicación.

AL = AL - VV

RECORRIDO (RE)

Otro de los parámetros que debemos calcular es el recorrido que efectúa nuestra nave. Este recorrido se entiende como la distancia entre dos puntos en la superficie terrestre, por lo tanto debe ser independiente de la inclinación GR que tengamos con respecto a esa superficie. El cálculo a realizar es similar al que hicimos para **VV,** sólo que en este caso debemos de hallar el otro cateto... Para ello la función que vamos a emplear esta vez es el coseno del ángulo de incidencia GR dividido por **5.7296,** esto lo multiplicamos por la distancia lineal que recorre la nave en un segundo y ya tenemos el recorrido en metros que hemos realizado en dicho espacio de tiempo.

En la figura 12 tienes la fórmula completa, así como el dibujo correspondiente. El único cálculo que nos queda, para acabar esta parte, es el que se refiere al indicador de temperatura, pero éste lo explicaremos cuando realicemos dicho instrumento.



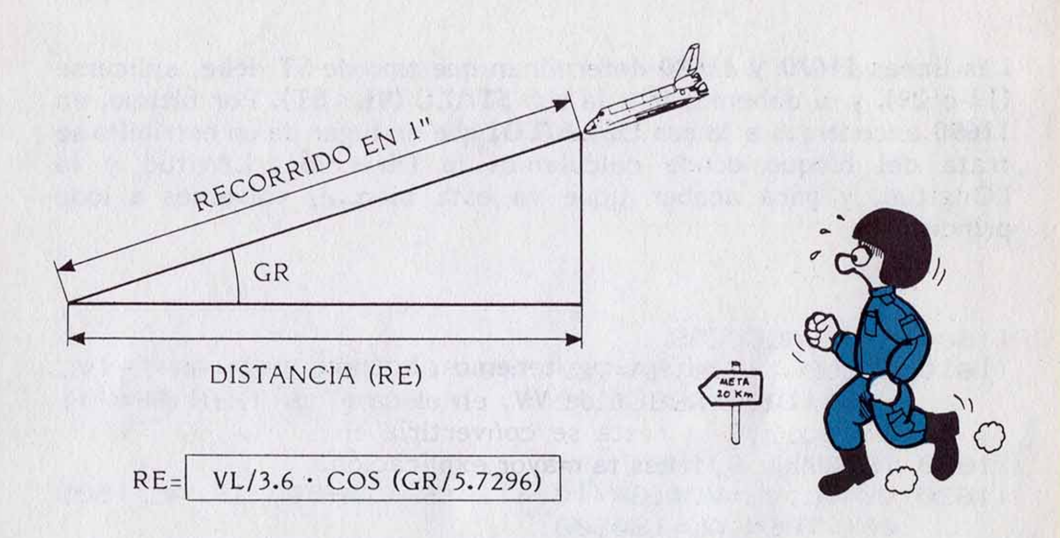


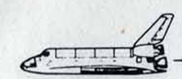
Fig. 12 Recorrido (RE)

Lo único que ya nos falta para acabar con esta parte es su **flow chart** y el listado. El primero lo tienes en la figura 13 y el segundo a continuación. Verás que en la carta de flujo hay más cosas que los cálculos que hemos explicado, lo que amplía nuestra subrutina son las instrucciones de bifurcación **IF** que hay después de cada cálculo.

Carga el anterior programa **LAND1** antes de teclear el listado correspondiente a este capítulo.

En la línea **11610** y la **11620** limitamos el máximo y mínimo que puede tener **GR.** Esta limitación es por razones de programa, ya que nuestra nave no va a realizar toneles como si fuera un avión acrobático. También limitamos la altura máxima en la línea **11630,** con el fin de no salirnos del dial de nuestro indicador, esto lo veremos claramente cuando hagamos este instrumento. En la línea **11640** comprobaremos si estamos en el suelo, **AL=0,** para dirigirnos a la subrutina del aterrizaje, en **11650** accedemos a la subrutina de **VL EXC** en el caso de que **VL > EX,** las variables **PE** y **TT** están relacionadas con esta subrutina y las veremos cuando se explique.

TONELES

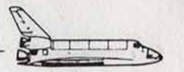


Las líneas **11670** y **11680** determinan qué tipo de **ST** debe aplicarse (1º ó 2º), y si debemos ir a la sub **STALL (VL < ST).** Por último, en **11690** accedemos a la sub **DI/LA/LO,** que en lugar de un estribillo se trata del bloque donde calculamos la **DI**rección, **LA**titud y la **LO**ngitud, y para acabar (¡que ya está bien...!) volvemos a loop principal.

```
11600 REM CALCULOS
11610 GOSUB 11100:RA=VL/(500+.0177*AL):GR=GR+E-(VL
      -VS)/1000+ABS(TI/200):IF GR<-1.5 THEN GR=-1.
      5
11620 IF GR>1.6 THEN GR=1.6
11630 VS=VL:VL=VL*(GR/100+1)-(RA+TA+FA):IF AL>1505
      00! THEN AL=150500!
11640 VV=VL/3.6*SIN(GR/5.7296):AL=AL-VV:IF AL=<0 T
      HEN GOSUB 7050:GOTO 14000:REM GOTO ATERRIZAJ
      E
11650 EX=2000+.216*AL:IF VL<EX THEN PE=0 ELSE TT=3
      :GOSUB 19300
11660 TP=4.7+(-4E-03*((VL-EX)--1000)):IF TP<.5 THE
      N TP=.5
11670 IF AL >20000 THEN ST=1500+.05*(AL-20000) ELS
      E ST=340+.058*AL
11680 IF ST>VL THEN GOSUB 19350
11690 RE=VL/3.6*COS(GR/5.7296):GOSUB 13000:GOTO 11
      500
```

Graba esta parte del programa con el nombre **LAND2** y no te olvides de verificar si la grabación ha sido correcta.

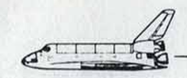
CSAVE "LAND2"



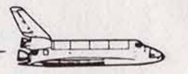
LOOP PRINCIPAL
11600 CALCULOS
GOSUB STICK ⟺ STICK
11610 RESISTENCIA AIRE (RA)
GRADOS (GR)
GR < -1.5 — SI → GR = -1.5 — NO
11620 GR > 1.6 — SI → GR = 1.6 — NO
VS = VL
11630 VELOCIDAD LINEAL (VL)
AL>150500 — SI → AL = 150500 — NO
11640 VELOCIDAD VERTICAL (VV)
ALTURA (AL)
SONIDO
AL = < ∅ — SI → GOSUB SONIDO → ATERRIZAJE — NO
11650 VELOCIDAD EXCESIVA (EX)
VL < EX — NO → TT = 3 → GOSUB VL EXC ⟺ VL EXC — SI
PE = ∅
11660 TEMPERATURA (TP)
TP < .5 — SI → TP = .5 — NO
11670 AL>20000 → STALL (ST) 1º
STALL (ST) 2º
11680 ST > VL — SI → GOSUB STALL ⟺ STALL — NO
11690 RECORRIDO (RE)
GOSUB DI/LA/LO ⟺ DI/LA/LO

¡HORROR QUE FOLLON...!

Fig. 13 Flow chart cálculos



La cabina de la nave **Columbia** es más sencilla de lo que se podría suponer en un vehículo de estas características, su instrumental está reducido al mínimo indispensable y son los ordenadores de abordo los que realizan la mayor parte del control de la nave, esta cabina es un ejemplo de la nueva tecnología empleada en la aviónica.



Cabina de mando e instrumentos

En este capítulo vamos a realizar la cabina del COLUMBIA. Como ya dijimos en la descripción general del programa, únicamente haremos la parte izquierda del cuadro de mandos, correspondiente al puesto del comandante de vuelo.

En la página anterior está la representación de la cabina, tal y como es realmente, nosotros no podemos hacer una reproducción exacta de la misma, pues a pesar de que la resolución de nuestra pantalla es alta, la reproducción de los instrumentos debemos realizarla en un tamaño en el cual nuestra definición nos permita su lectura. Teniendo en cuenta esto, nuestra cabina va a ser como la que está dibujada en la figura 14.

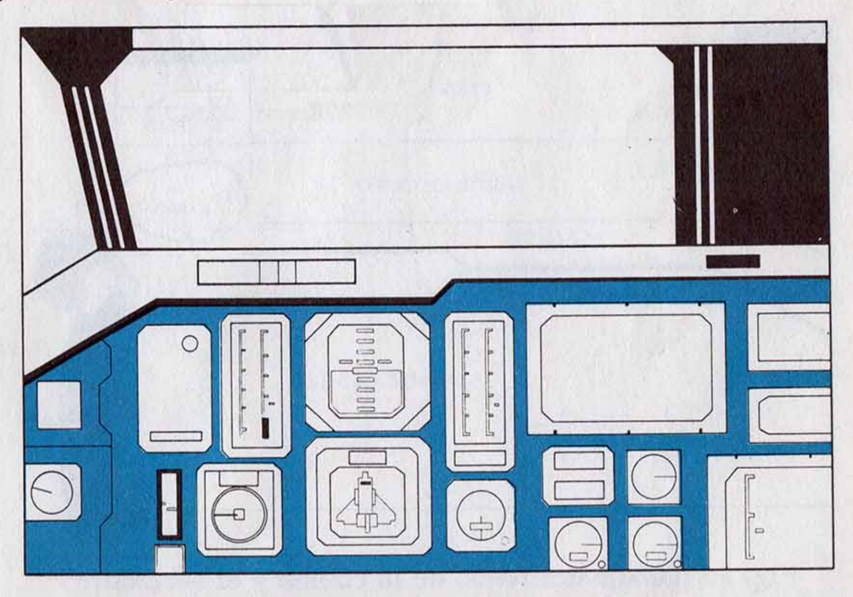


Fig. 14 Nuestra cabina del COLUMBIA

FONDO CABINA Y HORIZONTE

La subrutina de la cabina no necesita ser explicada mediante una carta de flujo, ya que se trata en su mayoría, de una serie de instrucciones gráficas, con las cuales realizaremos los dibujos correspondientes al fondo de la cabina y los instrumentos de una forma secuencial.

Primeramente vamos a empezar por el **fondo** de la cabina, que es el marco donde posteriormente pondremos todos los instrumentos, este fondo va a estar según está dibujado en la figura 15. Los sprites que figuran en dicho dibujo, constituyendo las columnas de la ventana, los pondremos posteriormente, junto con los que van en los instrumentos, como verás este dibujo es muy sencillo y no necesita mayor explicación. En la siguiente página está el listado donde puedes buscar la correspondencia entre el dibujo y las instrucciones.

Carga el programa anterior antes de teclear éste.

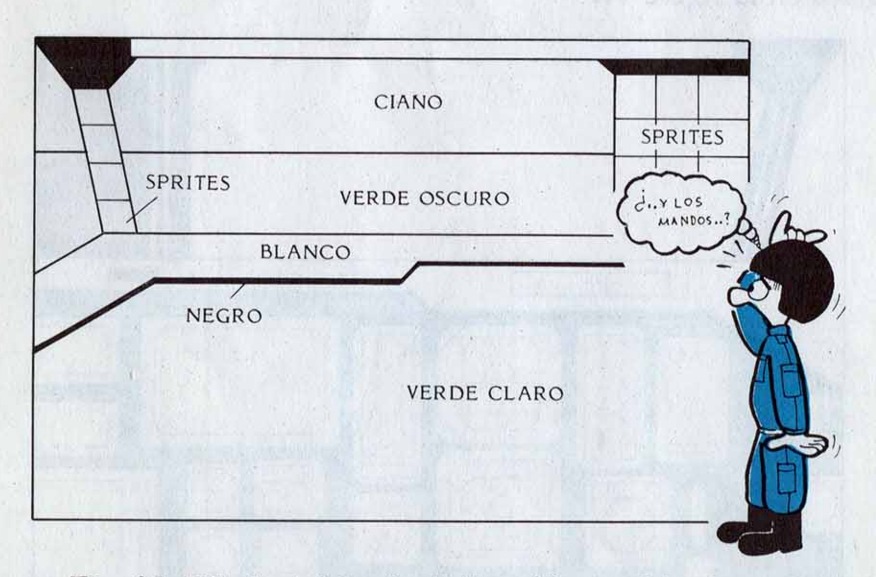
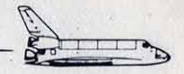


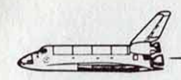
Fig. 15 Dibujo del fondo de la cabina y el horizonte



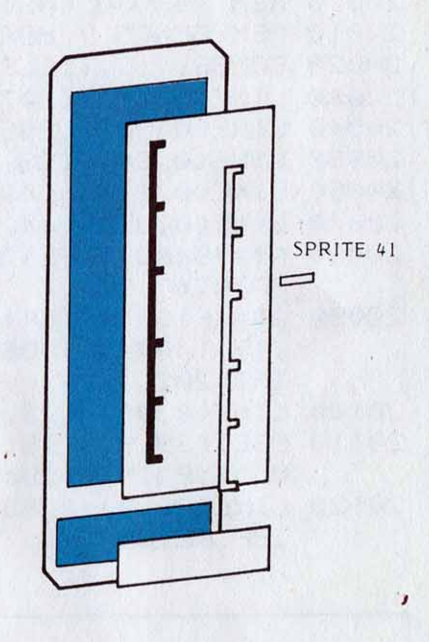
```
20000 REM DIBUJO CABINA
20010 REM FONDO Y HORIZONTE
20020 COLOR 1,7,1:CLS
20030 LINE(0,40)-(207,79),12,BF
20040 LINE(0,80)-(255,191),3,BF
20050 LINE(0,80)-(23,91),12,BF
20060 LINE(0,116)-(43,93),1
20070 LINE(0,92)-(44,85),1
20080 A$="S4R212D5L122G3L88BM-20,-14R232":DRAW A$:
      PAINT(1,94),1
20090 A$="F16R14E16":PSET(-9,0),1:DRAW A$:PAINT(10
      ,1),1:A$="F10D6R47":PSET(198,0),1:DRAW A$:PA
      INT(202,1),1
20100 LINE(0,91)-(23,80),15:LINE(0,110)-(39,91),15
20110 PSET(39,91),15:A$="S4C15R88E3R125U8L232":DRA
      W A$:PAINT(1,94),15
20120 LINE(30,0)-(255,7),1,BF:LINE(31,0)-(255,6),4
      ,BF:RETURN
```

INDICADORES DE VELOCIDAD Y ALTURA (VL) (AL)

Los instrumentos que el **Columbia** usa para indicar la velocidad y la altura a que se encuentra, difieren bastante de los usados hasta ahora en los aviones. Normalmente este tipo de instrumentación es circular con dos agujas indicadoras y algún sistema de lectura digital incorporado, en nuestra nave por el contrario, en lugar de ser circulares son de forma rectangular, y cada uno tiene más de cuatro escalas o diales con sus respectivas agujas indicadoras. En nuestro caso, no está justificada la reproducción de un indicador tan complicado, así que (sin desviarnos mucho del original) vamos a realizar uno que únicamente tenga dos escalas distintas, una para grandes alturas y velocidades, a la izquierda, y otra para las más bajas, a la derecha. En la realización de dibujos de este tipo debe ponerse el máximo cuidado en la mezcla de colores, teniendo siempre en cuenta que nuestra pantalla, en el modo gráfico que estamos utilizando, se divide en una matriz de 32 x 192 bytes, y que cada uno de estos bytes admite únicamente **dos** colores.

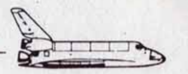


Como verás, la realización de estos instrumentos es sumamente sencilla, primeramente confeccionamos el marco y los fondos en las líneas 20620 a 20640, para posteriormente realizar las escalas mediante tres loops, R, A primera y A segunda. El loop R lee la data de la línea 20670, en la cual están los valores de STEP que determinan la separación de las marcas en las escalas. En esta data esta también el valor de X, este valor está adecuado para situar cada una de las cuatro escalas en su posición correspondiente.



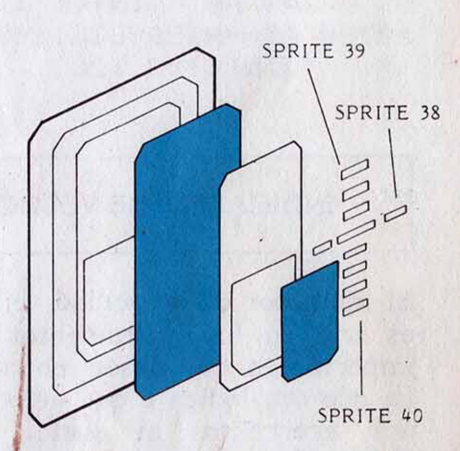
Los indicadores de estos instrumentos los realizaremos cuando hagamos la subrutina DISPLAY, donde veremos el valor de cada una de las escalas y su funcionamiento.

```
20600 REM INSTRUMENTOS
20610 REM **** N.1 Y N.3
20620 A$="R17F2D50G2L17H2U50E2BM+1,+5C1R15D44L15U4
      4":PSET(63,95),4:DRAW A$:PAINT(70,102),1
20630 A$="R17F2D57G2L17H2U57E2BM+1,+5C1R15D44L15U4
      4":LINE(135,147)-(152,153),4,B:LINE(136,148)
      -(151,152),12,BF
20640 PSET(135,95),4:DRAW A$:PAINT(142,102),1
20650 RESTORE 20670:FOR R=1 TO 4:READ X,S:FOR A=10
      1 TO 143 STEP 2:PSET(X,A),11:LINE-(X,A),11:N
      EXT A
20660 FOR A=101 TO 143 STEP S:PSET(X,A),11:LINE-(X
      +2,A),11:NEXT A:NEXT R
20670 DATA 65,7.5,73,10,137,8.4,145,8.4
20680 LINE(73,135)-(75,143),9,BF
```



HORIZONTE ARTIFICIAL E INDICADOR DE INCLINACION (TI) (GR)

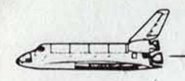
Este instrumento tiene la doble misión de indicarnos las dos inclinaciones que son posibles en nuestra nave, lateral en el caso de giros, y longitudinal en el caso de ascensos o descensos.



Si quieres ver los instrumentos que estamos realizando, lo único que tienes que hacer es pulsar RUN, no es necesario llegar al final del capítulo para verlos, puedes hacerlo según vayas finalizando cada uno.

El listado que aparece en esta página es el correspondiente a este instrumento y no tiene nada especial, como verás se trata de tres cadenas alfanuméricas que son usadas por la instrucción DRAW.

Cuando se van a realizar muchos dibujos **fijos** con DRAW, como es nuestro caso, en lugar de hacer el asignamiento de cada una de las cadenas a una variable, con lo cual consumiríamos mucha memoria, lo que hacemos es utilizar únicamente una, a la que cambiamos secuencialmente su valor, A$ líneas 20710-20730.

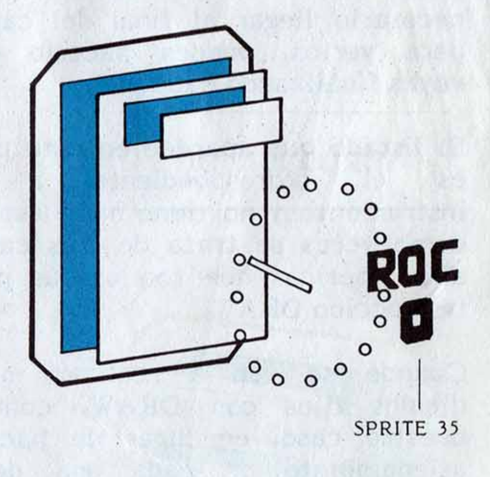


EX

```
20700 REM **** N.2
20710 A$="R35F3D37G3L35H3U37E3BM+5,+1G7BM-,+27F7BM
      +25,-E7BM-,-27H7BM-4,+4C1L17G8D17F8R17E8U17H
      8":PSET(90,95),4:DRAW A$:PAINT(110,120),1
20720 A$="R15F3D21G3L15H3U21E3":PSET(100,103),7:DR
      AW A$:PAINT(114,120),7
20730 A$="R19D9G3L13H3U9":PSET(98,117),1:DRAW A$:P
      AINT(102,120),1
```

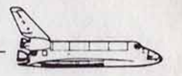
INDICADOR DE VELOCIDAD VERTICAL (VV)

El indicador de velocidad vertical es uno de los instrumentos más importantes que posee un avión, ya que nos indica a qué velocidad nos acercamos al suelo. Esta indicación, siempre importante, cobra máxima relevancia en el momento del aterrizaje, la tierra parece que se acerca lentamente cuando estamos a gran altura, y no nos damos cuenta de lo rápido que vamos hacia ella, hasta que estamos tan próximos que a veces ya no hay tiempo para rectificar...



SPRITE 35

¡Bueno no nos pongamos trágicos que nuestro programa aguanta los golpes que le echen...! Este instrumento recibe también la denominación de ROC (no, no, lo del **rock** es otra historia...), ya que ésta es la abreviatura de su nombre en inglés, **Rate Of Climb,** la traducción al castellano sería algo así como **relación de trepada...** más o menos...

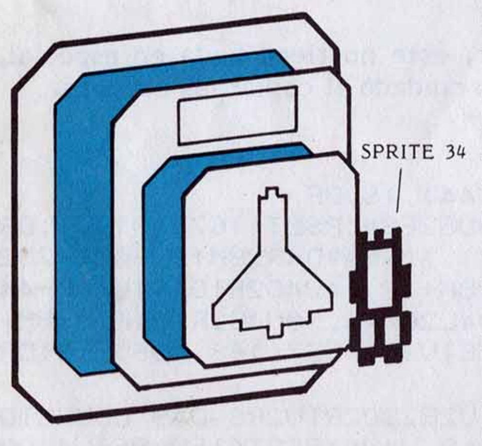


Este indicador va a tener dos escalas, una analógica, que nos servirá para las velocidades inferiores a los 10 metros por segundo, y otra digital que entrará en funcionamiento cuando sobrepasemos este límite. El funcionamiento de una escala significa la anulación automática de la otra, esto se hace con el fin de simplificar la lectura.

Lo único significativo en el listado es el uso -en el loop de la línea 20770- de las funciones SIN y COS, para realizar la escala circular.

```
20750 REM **** N.4
20760 A$="R25F3D30G3L25H3U30E3 BM+1,+3C1R23D29L23U
      29":PSET(55,151),4:DRAW A$:PAINT(67,166),1
20770 FOR R=1 TO 20:PSET(67.5+10*SIN(R/10*3.1416),
      171.5+11*COS(R/10*3.1416)),15:NEXT:PSET(77,1
      71),1
```

BRUJULA (DI)

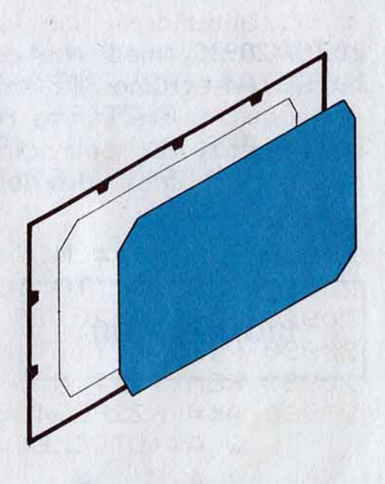


Creo que no es necesario explicar para qué sirve la brújula, únicamente indicar que la que vamos a hacer difiere de la original, la nuestra será digital en lugar de analógica, esto es debido a que en un espacio tan reducido como el que vamos a emplear para realizarla, no serían detectables variaciones menores de 7-8 grados.

La confección de la brújula no tiene nada especial, es una serie de cadenas con las que realizamos los distintos dibujos.

```
20800 REM **** N.5
20810 A$="R35F3D37G3L35H3U37E3BM+5,+4C1R25F4D26G4L
      25H4U26E4":PSET(90,142),4:DRAW A$:PAINT(110,
      162),1
20820 A$="R17F3D17G3L17H3U17E3":PSET(99,154),5:DRA
      W A$:PAINT(110,160),5
20830 A$="F1D1F1D3F1D3F5D1L4D1L4D2U2L4U1L4U1E5U3E1
      U3E1U1E1":PSET(107,156),15:DRAW A$:PAINT(107
      ,160),15
```

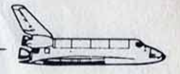
PANTALLA ORDENADOR



En una nave como ésta no podía faltar un ordenador a bordo, de hecho tiene más de uno, esta pantalla nos va a servir para visualizar varios mensajes, entre éstos estarán los referentes a nuestra latitud y longitud, con los cuales podremos determinar nuestra posición en todo momento y conducir nuestra nave hasta el lugar de aterrizaje.

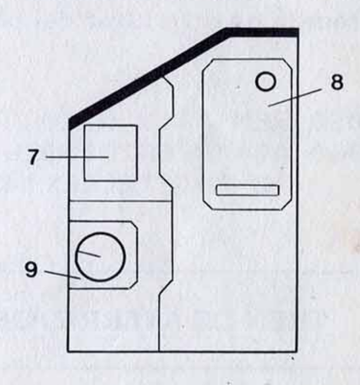
Lo mismo que el listado anterior, éste no tiene nada en especial, únicamente aconsejarte el máximo cuidado al copiar las cadenas.

```
20850 REM **** N.6
20860 LINE(160,97)-(223,144),15,BF
20870 A$="R49F3D32G3L49H3U32E3":PSET(167,101),1:DR
      AW A$:PAINT(170,106),1:A$="D4R2BM+2,-0U4R2D2
      L1R1D2BM+3,-0U4L1R2BM+32,+4U4D2R1D1F1U4BM-44
      ,+7D4R2BM+2,-0U4R2D4L2BM+4,-0U4D2R1D1F1U4BM+
      31,+0D3R1D1U1E1F1D1E1U3":PSET(168,105),15:DR
      AW A$
20880 A$="R8D2R1U2R23D2R1U2R23D2R1U2R8 D49 L8U2L1D
      2L23U2L1D2L23U2L1D2L8 U49":PSET(159,96),4:DR
      AW A$
```



DECORADO AUXILIAR

Los instrumentos que vamos a realizar ahora no tienen más valor que el de hacer nuestra cabina más parecida con la original, la única parte del listado que contiene algo distinto a lo visto en los anteriores, son las líneas 20910-20930, mediante estos dos loops conseguimos la simulación de lo que quiere ser la rejilla de un altavoz, la separación entre puntos es debida al uso de STEP.

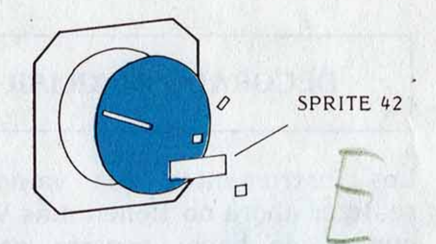



```
20900 REM **** N.7
20910 FOR X=1 TO 16 STEP 2
20920 FOR Y=120 TO 137 STEP 2
20930 PSET(X,Y),1:NEXT Y:NEXT X
20950 REM **** N.8
20960 A$="R22F2D42G2L22H2U42E2":PSET(34,103),4:DRA
      W A$:CIRCLE(48,112),4,4:LINE(36,140)-(54,144
      ),4,B
21000 REM **** N.9
21010 A$="R15F2D17G2L15":PSET(0,148),4:DRAW A$
21020 PAINT(0,150),4:CIRCLE(7,158),7,11:PAINT(7,15
      8),11:LINE(7,158)-(0,158),6
```

INDICADOR DE TEMPERATURA (TP)

Como ya sabemos, nuestra nave se puede poner como un chicharrón si no vigilamos su velocidad, es por lo tanto necesario que sepamos -al reentrar en la atmósfera- si la temperatura está dentro de los límites que puede soportar.

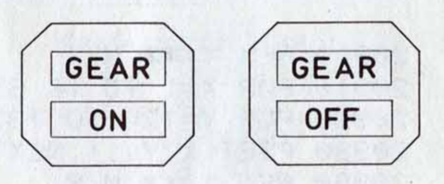
Esta indicación la recibiremos mediante este instrumento, y una señal acústico/luminosa que aparecerá en otro lugar del panel.




```
21050 REM **** N.10
21060 A$="R16F2D18G2L16H2U18E2":PSET(136,160),4:DR
      AW A$:CIRCLE(144,171),7,1: PAINT(144,171),1
```

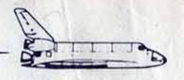
TREN DE ATERRIZAJE (TA)

Este es un sencillo indicador que nos señala en qué posición está nuestro tren de aterrizaje (gear), ON bajado y OFF subido, ¡no creo que deba decirte que cuando aterrices el indicador debe estar en ON...!

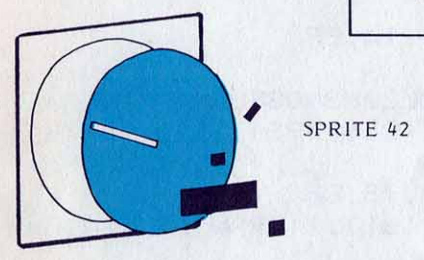


En este indicador utilizamos por primera vez nuestra potente instrucción DRAW para realizar un texto, efectivamente en la línea 21120 está contenida la cadena con la que "escribimos" la palabra **GEAR.** Esta capacidad de realizar textos con la instrucción DRAW será usada más veces en este programa.

```
21100 REM **** N.11
21110 A$="R19F2D16G2L19H2U16E2":PSET(166,150),4:DR
      AW A$:LINE (167,161)-(184,167),4,B
21120 A$="L2D4R2U2BM+4,-2L2D2R1L1D2R2BM+2,-0U4R2D2
      L2R2D2BM+2,+0U4R2D1G1F1D1":PSET(170,153),12:
      DRAW A$
```

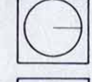


INDICADORES DE FRENO AERODINAMICO Y COMBUSTIBLE

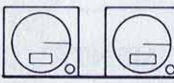


SPRITE 42

FRENO DE AIRE



COMBUSTIBLE

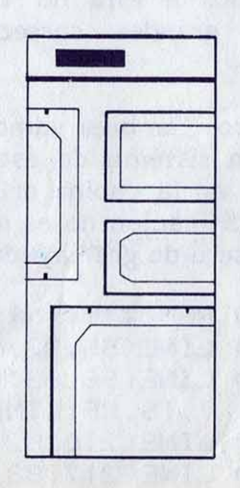


Los instrumentos que vamos a realizar tienen como misión indicarnos la reserva de combustible que tenemos para el freno cohete y el impulsor, así como darnos una referencia de la magnitud de freno aerodinámico que tenemos seleccionada. Su sencillez es tanta que no necesitan mayor comentario.

```
21150 REM **** N.12-13-14
21160 RESTORE 21170:FOR A=1 TO 3:READ X,Y,C:LINE(X
      ,Y)-(X+16,Y+16),C,BF:CIRCLE(X+8,Y+8),7,15:PA
      INT(X+8,Y+8),15:NEXT
21170 DATA 167,174,1,191,174,1,191,150,4
```

DECORADO AUXILIAR

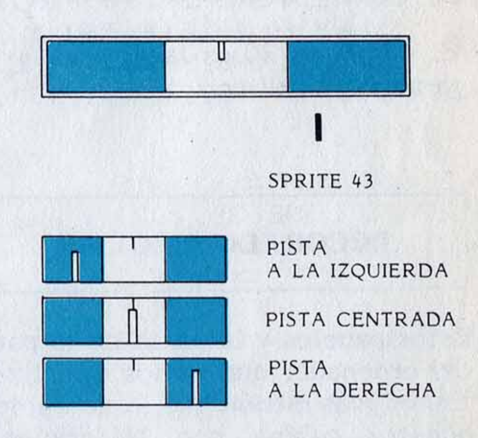
Estos paneles y la parte de la pantalla del ordenador que vamos a realizar, no tienen más misión que la de mimetizar nuestra cabina con la original, su construcción no representa problemas, ya que son muy sencillos... ¡Sobre todo para unos expertos como nosotros...!



```
21200 REM **** N15
21210 A$="L27D25R27 BM-,-4L24U17R24":PSET(255,97),
      4:DRAW A$
21220 LINE(232,102)-(255,117),14,BF
21250 REM **** N16
21260 A$="L27D20R27 BM-,-3C12L20H3U08E3R20":PSET(2
      55,129),4:DRAW A$:PAINT(255,135),12
21300 REM **** N17
21310 LINE(216,152)-(255,191),15,BF
21320 A$="U31E3R40":PSET(220,191),1:DRAW A$:PAINT(
      250,185),1
21330 A$="U39R8D2R1U2R23D2R1U2R10":PSET(215,191),4
      :DRAW A$
```

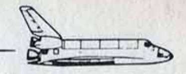
SISTEMA DE ATERRIZAJE INSTRUMENTAL (ILS)

En la aproximación; los pilotos cuentan con un indicador que les marca cuál es su posición con respecto a la pista de aterrizaje, con el fin de que cuando estén próximos a ella no tengan que hacer grandes correcciones de rumbo.



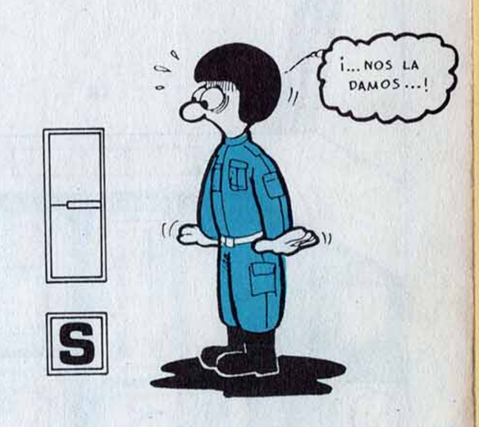
Nosotros también vamos a contar con un sistema de este tipo, no figura en la cabina original, pero la modificación no es muy grande y nos será de gran ayuda.

```
21350 REM **** N18
21360 LINE(55,82)-(104,88),1,B
21370 LINE(56,83)-(103,87),7,BF:LINE(74,83)-(86,87
      ),15,BF:LINE(80,83)-(80,87),7
21380 LINE(216,82)-(232,86),6,B
21390 LINE(217,83)-(231,85),1,BF
```



INDICADORES AUXILIARES Y DECORADO FINAL

El indicador nº 19 nos avisará en caso de que la velocidad de nuestra nave sea muy alta (EX), o si estamos entrando en **pérdida** (ST), la señalización será realizada en el primer caso por la letra **V** parapadeando, y en el segundo por la letra **S.**



El dial nº 21 no es más que un indicador de la posición en que está nuestro timón de profundidad, la posición central está señalizada por un punto para que nos sirva de referencia.

El dibujo nº 20 es la última parte del decorado auxiliar.

```
21400 REM **** N19
21410 LINE(39,182)-(48,191),1,B
21420 LINE(40,183)-(47,190),10,BF
21500 REM **** N.20
21510 A$="F7D08G3D08F3D6L30R30D27G3D34":PSET(17,10
      8),5:DRAW A$
21550 REM **** N.21
21560 LINE(40,154)-(47,178),1,BF:LINE(42,155)-(45,
      177),15,BF:PSET(42,166),1
```

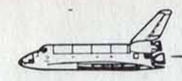


Fig. 16 Distribución instrumentos

Con esto acabamos la realización del fondo y marco de los instrumentos, ahora tendremos que ponerles sus indicadores y algunos detalles para darles más realismo, pero esto será en otro capítulo. En la figura 16 tienes la distribución de cada instrumento con su número correspondiente, tal y como figura en el listado, salva el programa con el nombre de LAND3 y no te olvides de verificar la grabación.

```
CSAVE "LAND3"
```

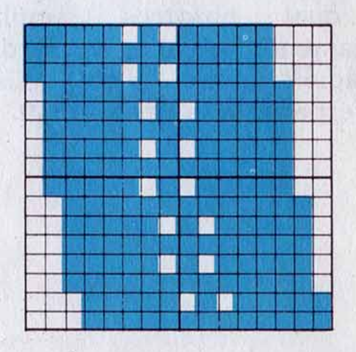
Sprites

En el libro anterior ya se explicaron las características de los sprites, por lo tanto no repetiremos lo ya descrito, limitándonos a dar el dibujo de los que vamos a realizar, indicando en qué posición va localizado, o el instrumento que hace uso de él.

Para aquellos lectores que no estén familiarizados con el uso de este sistema les recomiendo la lectura del libro anterior, o al menos que revisen el Manual del Usuario que viene con el ordenador. El programa es exactamente el mismo que empleamos en el otro libro para realizar la nave **Columbia**, dos loops encestados y un conjunto de líneas con la DATA correspondiente a cada sprite, recuerda grabar el anterior programa antes de teclear éste.

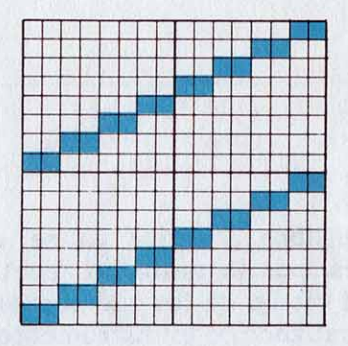
SPRITE Nº 30

Con este sprite realizamos la columna situada a la derecha de nuestra ventana. El motivo de utilizar sprites, en lugar de hacer un dibujo mediante LINE y PAINT, es para impedir que el desplazamiento del horizonte borre este dibujo.



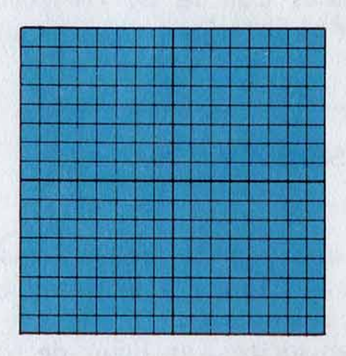
La DATA de este sprite está situada en la línea 21880.

SPRITES Nº 31 y Nº 32

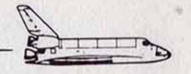


Debido a la imposibilidad de tener más de dos colores en un byte, no es posible trazar una línea negra que cierre el dibujo de la parte superior del salpicadero, por este motivo realizamos esta línea mediante estos dos sprites. Las DATA correspondientes están en las líneas 21890 y 21900.

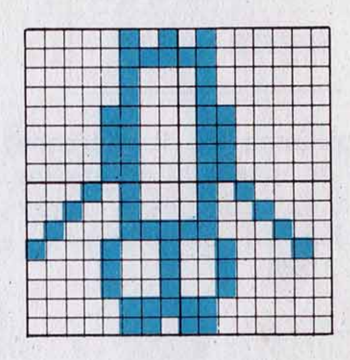
SPRITE Nº 33



El motivo de la utilización de este sprite es el mismo que el anterior, evitar que el movimiento del horizonte borre el dibujo de la cabina en la zona del parabrisas, con este sprite realizamos la parte derecha de la ventana, esta parte es el centro de la cabina, de la cual nosotros simulamos únicamente su parte izquierda. Su situación en el listado corresponde a la línea 21910.

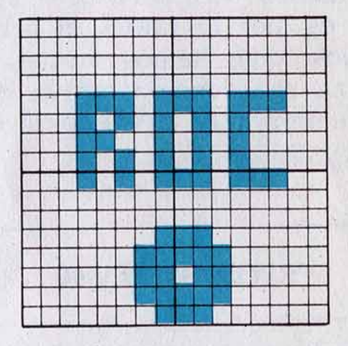


SPRITE Nº 34



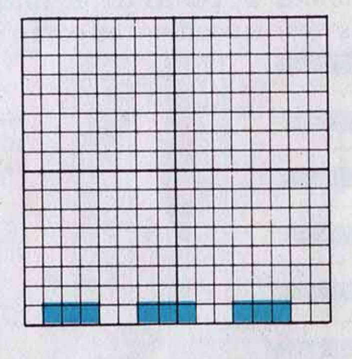
Este sprite es meramente decorativo, nos sirve para realzar el dibujo de la nave que hay en nuestra brújula indicando el rumbo, su DATA está en la línea 21920.

SPRITE Nº 35



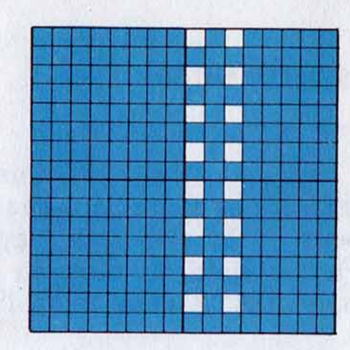
Gracias a tener un ordenador como éste, podemos hacer cosas como éstas... no, no tiene nada que ver con ¿qué hace un chico como tú en un sitio como éste...? Bromas aparte, con este sprite vamos a **rotular** nuestro indicador de velocidad vertical (VV), y podremos ver su indicador desplazándose detrás, la línea de DATA es la 21930.

SPRITE Nº 36



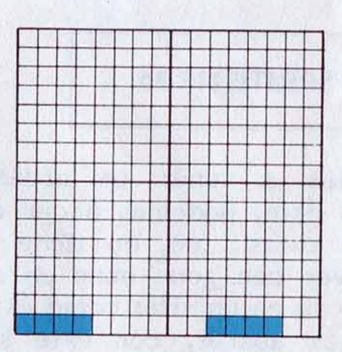
Este dibujo es el que emplearemos en el aterrizaje (¡si es que algún día acabamos el programa...!) para simular el desplazamiento del suelo de la pista. La DATA de este sprite está situada en la línea 21940.

SPRITE Nº 37



La columna de la derecha, que sirve de marco al parabrisas, está realizada con este sprite. Su posición en el programa es la línea 21950.

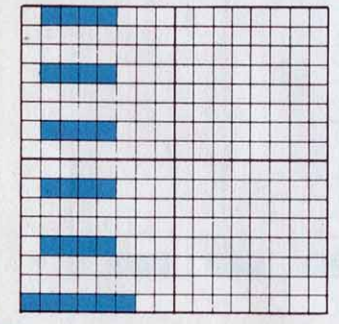
SPRITE Nº 38

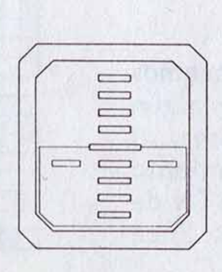


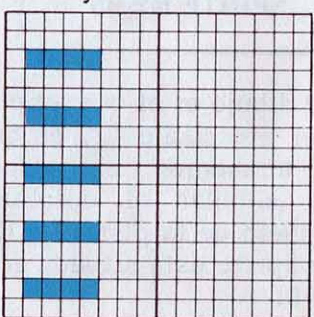
El indicador de inclinación (GR) lo realizamos mediante este sprite. Este es, por lo tanto, el primero de los que hemos hecho, que realiza una función activa en un instrumento, la DATA está en la línea 21960.

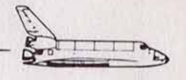
SPRITES Nº 39 y 40

Estos dos sprites forman la escala que tenemos en nuestro horizonte artificial, esta escala tiene una línea central más ancha, con la cual indicamos el punto de equilibrio longitudinal o vuelo horizontal. Las datas correspondientes están en las líneas 21970 y 21980.



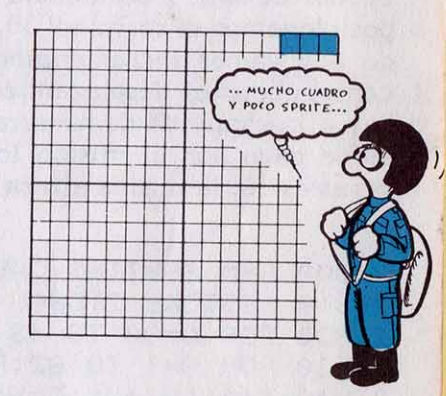






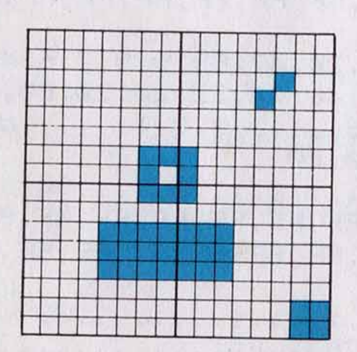
SPRITE Nº 41

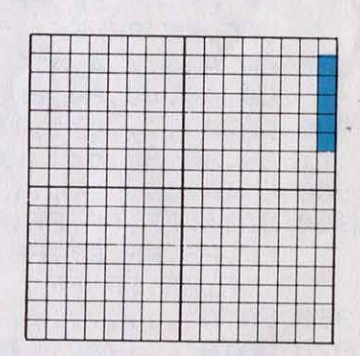
Este sprite es usado por los indicadores de velocidad, altura y posición del elevador, verás que el tamaño de la parte visible con respecto a la matriz es muy pequeño, pero como ya sabes, no se pueden mezclar sprites de distinto formato. Por lo tanto, en un caso como éste tenemos que usar un **marco** tan grande para un dibujo tan pequeño. Su DATA está en la línea 21990.

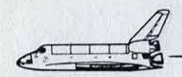


SPRITES Nº 42 y 43

El sprite nº 42 es usado en tres instrumentos, temperatura (TP), combustible del impulsor y combustible del freno cohete, su misión es la de señalar el límite, en el caso de la temperatura y el mínimo, en el caso del combustible. El sprite 43 es usado en el indicador de posición de pista, **ILS.** Las líneas donde están sus datas son la 22000 y 22010 respectivamente.







El programa siguiente está dividido en dos partes, generación de los sprites -líneas 21800 a 22010- y posicionado de éstos -líneas 22200 a 22360. Lo único destacable es el loop de la línea 22210 con el que posicionamos el sprite nº 30, en este loop damos a X un valor inicial de 8 y vamos incrementando este valor de tres en tres, con esto conseguimos el desplazamiento lateral que requiere la columna que hay a la izquierda de nuestra ventana, el desplazamiento vertical (Y) viene dado por el mismo loop con la instrucción STEP, que como verás es 16, la misma altura que tiene nuestro sprite.

```
21800 REM SPRITES CABINA
21810 RESTORE 21880
21820 FOR A=30 TO 43:A$=""
21830 FOR B=1 TO 32:READ C$
21840 X$="&H"+C$:C=VAL(X$)
21850 A$=A$+CHR$(C):NEXT B
21860 SPRITE$(A)=A$:NEXT A
21870 REM DATAS SPRITES
21880 DATA FA,FF,FA,7F,7D,7F,7D,7F,7D,3F,3E,3F,3E,
      3F,1F,1F,F8,F8,F8,FC,7C,FC,7C,FC,7C,FE,BE,FE
      ,BE,FE,5F,FF
21890 DATA ,,,,,,,,,,,,3,C,30,C0,,,,,,,,,3,C,30,C0
      ,,,,
21900 DATA ,,,,3,C,30,C0,,,,,,,,,3,C,30,C0,,,,,,,,
      ,,,,
21910 DATA FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,
      FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF
      ,FF,FF,FF,FF
21920 DATA 5,7,4,4,C,C,C,C,14,24,47,89,9,9,7,6,40,
      C0,40,40,60,60,60,60,50,48,C4,22,20,20,C0,C0
21930 DATA ,,,,,1d,15,19,15,15,,1,3,3,3,1,,,,,,dc,
      50,50,50,dc,,c0,e0,60,e0,c0
21940 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,,73,,,,,,,,,,,,,,,,9C
21950 DATA FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,
      FF,FF,FF,5F,FF,5F,FF,5F,FF,5F,FF,5F,FF,5F,FF
      ,5F,FF,5F,FF
21960 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,,F0,,,,,,,,,,,,,,,,3C
21970 DATA ,,,78,,,78,,,78,,,78,,,FC,,,,,,,,,,,,,,
      ,,0
```

```
21980 DATA ,,78,,,78,,,78,,,78,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
21990 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,,7,,,,,,,,,,,,,,,
22000 DATA ,,,,,,0,1,0,,F,F,F,,,,,,8,10,,,00,00,00
      ,,E0,E0,E0,,3,3
22010 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,,,1,1,1,1,1,,,,,,,,,,
22200 REM POSICINADO SPRITES
22210 A=0:X=8:FOR Y=15 TO 64 STEP 16:PUT SPRITE A,
      (X,Y),1,30:A=A+1:X=X+3:NEXT Y
22220 A=4:FOR Y=15 TO 64 STEP 16:PUT SPRITE A,(208
      ,Y),1,37:A=A+1:NEXT Y
22230 A=24:FOR X=224 TO 240 STEP 16:FOR Y=15 TO 64
       STEP 16:PUT SPRITE A,(X,Y),1,33:A=A+1:NEXT
      Y:NEXT X
22240 PUT SPRITE 8,(8,78),1,32
22250 PUT SPRITE 9,(-8,78),1,31
22260 PUT SPRITE 11,(101,100),15,38
22270 PUT SPRITE 12,(105,100),15,39
22280 PUT SPRITE 13,(105,116),15,40
22290 PUT SPRITE 14,(100,158),4,34
22300 PUT SPRITE 15,(30,165),8,41
22310 PUT SPRITE 16,(137,163),8,42
22320 PUT SPRITE 17,(168,174),6,42
22330 PUT SPRITE 18,(192,174),6,42
22340 PUT SPRITE 19,(41,81),6,43
22350 PUT SPRITE 22,(59,157),4,35
22360 RETURN
```

¿Qué te parece como va quedando nuestra cabina...? ¡Un poco más y salimos volando...! Bien, graba ahora el programa con el nombre de "LAND4"... No te olvides de comprobar la grabación...

CSAVE "LAND4"

Pilotando nuestra nave

Una vez que ya tenemos nuestra cabina llena de instrumentos, ha llegado el momento de poner algo de acción en el programa introduciendo un poco de movimiento en la pantalla (me refiero a los gráficos, no pretendo que muevas tu televisión...), se trata de la subrutina STICK, esta palabreja en inglés significa, más o menos, "estaca" o "palo", y es el nombre con el que se designa la palanca de mando que tienen algunos aviones para el control del timón de profundidad (o elevador), y los alerones; la posición de éstos últimos determina el "alabeo" del avión, pero en nuestro caso, en lugar de mover los alerones con el stick, lo que vamos a mover es el timón de dirección.

Para que quede un poco más clara esta disertación sobre aeronáutica, en la figura 17 tienes dibujados los elementos que gobierna esta palanca en un avión normal, y en nuestro caso particular. Esta modificación sobre el original es con el fin de simplificar la conducción o pilotaje de nuestro simulador, realmente el **Columbia** no es precisamente el prototipo de un avión acrobático, así que no vamos a pretender hacer "tirabuzones" con él...*

Supongo que habrás visto un avión volando más de una vez, incluso puedes haber tenido la oportunidad de haber viajado en uno de ellos, en cualquiera de los casos habrás observado cómo se inclina cuando gira o cambia su trayectoria. En el interior de la nave esta inclinación no es tan perceptible como podríamos suponer viéndola desde el exterior, esto es debido a que la fuerza centrífuga generada durante el giro, nos hace perder el sentido de la verticalidad; este efecto es especialmente acusado cuando volamos a gran altura y el horizonte no es claramente visible.

* **Tirabuzón** es una maniobra acrobática que consiste en girar el avión sobre su eje longitudinal, no se aconseja realizarla con aeronaves de pasajeros ni transbordadores espaciales...

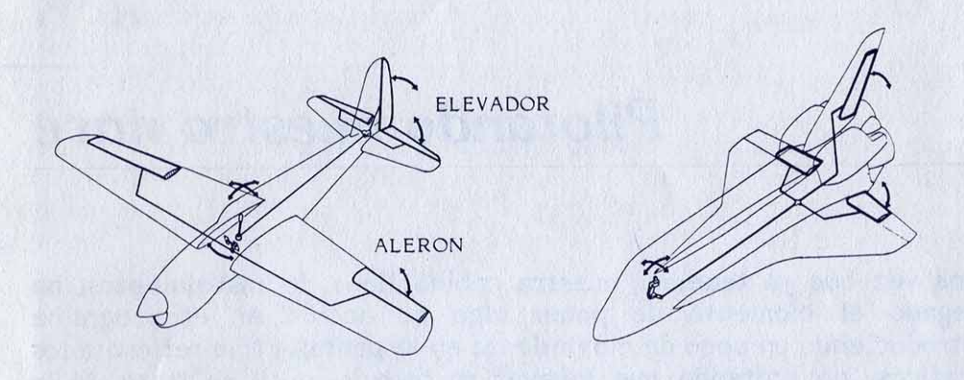
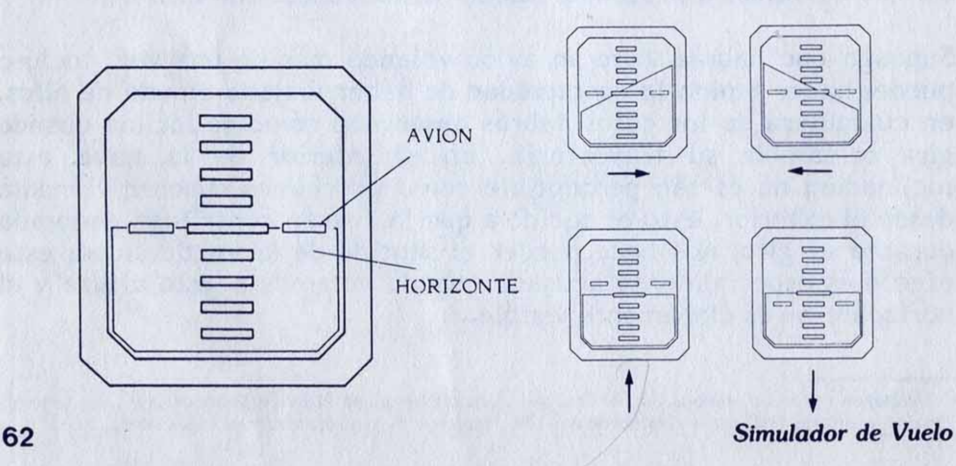


Fig. 17 Palanca de control (STICK)

Para evitar que en estas condiciones el piloto lleve su avión "escorado" es usado el **horizonte artificial,** este instrumento tiene simulada la figura de un avión visto desde atrás, cuando la inclinación lateral -"alabeo"- es nula, la línea que forman las alas coincide con la línea del horizonte, en caso de inclinarnos, podremos observar esta inclinación en el instrumento, a pesar de no sentirla. Aquí también son detectadas las inclinaciones verticales, es decir, si nuestra trayectoria nos lleva hacia el cielo, o hacia el suelo, en el primer caso nuestro avión estará **sobre** la línea del horizonte, mientras que en el segundo estará por **debajo** de esta línea.



En esta subrutina vamos a hacer que tanto el horizonte artificial, como el que vemos por la ventana frontal de la cabina, se muevan cuando cambiemos la dirección de nuestra nave. Dado que también el elevador es movido por el **stick**, haremos que se mueva el indicador de posición de este elemento, la subrutina está dividida en tres partes, determinación del valor para el elevador **E**, timón **TI**, horizonte artificial, y por último dibujo del horizonte dependiendo del valor de **TI**, en la figura 18 tienes el flow-chart de esta parte del programa.

Fig. 19 Flow-chart subrutina STICK

Como verás, la carta de flujo no es complicada; casi se explica por sí sola, de todas formas tecleemos el correspondiente listado para ver la ejecución práctica de este flow-chart. No te olvides cargar el anterior programa antes de escribir éste.

```
11100 REM STICK ELEV
11110 ON STICK(0) GOSUB 11140,11140,11170,11120,11
      120,11120,11190:RETURN
11120 E=E-.01:IF E<-.11 THEN E=-.11
11130 PUT SPRITE 15,(30,165+E*100),8,41:RETURN
11140 E=E+.01:IF E>.11 THEN E=.11
11150 PUT SPRITE 15,(30,165+E*100),8,
11160 REM TIMON
11170 TI=TI+1:IF TI>15 THEN TI=15:GOTO 11210
11180 PD=PD-1:PI=PI+1:GOTO 11210
11190 TI=TI-1:IF TI<-15 THEN TI=-15:GOTO 11210
11200 PD=PD+1:PI=PI-1
11210 IF ABS(PD-40)<10 THEN LINE(98,PI+77)-(117,PD
      +77),1:LINE(98,PI+76)-(117,PD+76),7
11300 REM DIBUJO HORIZ.
11310 IF PD=L1 THEN RETURN ELSE LINE(0,PI)-(207,PD
      ),12:LINE(0,PI-1)-(207,PD-1),7:L1=PD:RETURN
```

Observarás que el listado está de acuerdo con su representación gráfica siendo relativamente corto. En la línea 11110 utilizamos la instrucción **ON GOSUB** para simplificar las cuatro bifurcaciones que determinan hacia qué lado hemos desplazado nuestro stick. De la línea 11120 a la 11150 están dos pequeñas subrutinas "encestadas", con las que variamos el valor de **E**, en esta parte también movemos el sprite que nos indica la posición relativa del elevador, líneas 11130 y 11150, el factor por el cual multiplicamos **E** (100) es el adecuado para que el indicador quede dentro del rectángulo en sus desplazamientos extremos.

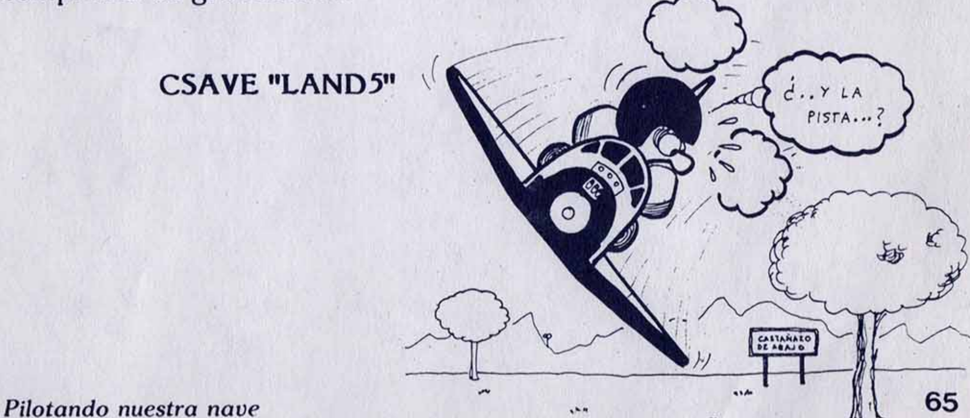
A las líneas 11170 y 11190 accedemos cuando queremos actuar nuestro timón **TI**, aquí como en el elevador, variamos el valor de **TI**.

El dibujo del horizonte lo realizamos mediante las variables **PD** y **PI**, los valores de estas variables están limitados en ambos extremos, máximo y mínimo, **PD** y **PI** corresponden a **P**osición **D**erecha y **P**osición **I**zquierda, y ambas tienen un valor inicial de 40, este es el valor vertical que tiene la línea de nuestro horizonte, por lo tanto si accedemos a la línea 11170, por ejemplo, decrementaremos **PD** e incrementaremos **PI**, con lo cual el horizonte que vemos a través de nuestra ventana se inclinará hacia la izquierda, esta inclinación se irá acentuando hasta que **TI** sea superior a 15, en cuyo momento no variará a pesar de que sigamos pulsando. El dibujo del horizonte se realiza en la línea 11310, y el único "truco" que tiene es que en lugar de trazar una línea trazamos dos... ¡Bueno dicho así no queda muy claro...!

Dado que tenemos que "borrar" el cielo (azul) para que se meta la tierra (verde), y esta para que se meta el cielo, una sola línea, de cualquiera de ambos colores, dejaría sin dibujar una de las dos partes, por lo tanto lo que hacemos es trazar una línea superior azul y otra inferior verde.

El mismo principio es empleado en la línea 11210 para dibujar el "horizonte artificial", la única diferencia es que aquí limitamos el desplazamiento en ambos sentidos a 10 pixels, en lugar de los 15 del horizonte "normal", graba ahora el programa con el título de LAND5, no trates de ver esta parte pues todavía no funciona debido a que nos falta por realizar la sección del programa donde "inicializamos" las variables y el "Loop principal", no te olvides de comprobar la grabación...

CSAVE "LAND5"



El dibujo del horizonte lo realizamos mediante las variables PD y PI, los valores de estas variables están limitados en ambos extremos máximo y mínimo, PD y PI corresponden a Posición Derecha y Posición Izquierda, y ambas tienen un valor inicial de 40, este es el valor vertical que tiene la línea de nuestro horizonte, por lo tanto si accedemos a la línea 11170, por ejemplo, decrementaremos PD e incrementaremos PI, con lo cual el horizonte que vemos a través de nuestra ventana se inclinará hacia la izquierda, esta inclinación se irá acentuando hasta que PI sea superior a 1X, en cuyo momento no variará a pesar de que sigamos pulsando. El dibujo del horizonte se realiza en la línea 11210, y el único "truco" que tiene es que en lugar de trazar una línea trazamos dos... ¡quién dicho así no queda muy claro...!

Dado que tenemos que "colorear" el cielo (azul) para que se meta la tierra (verde), y esta para que se meta el cielo, una sola línea, de cualquiera de ambos colores, dejaría sin dibujar una de las dos partes, por lo tanto lo que hacemos es trazar una línea superior azul y otra inferior verde.

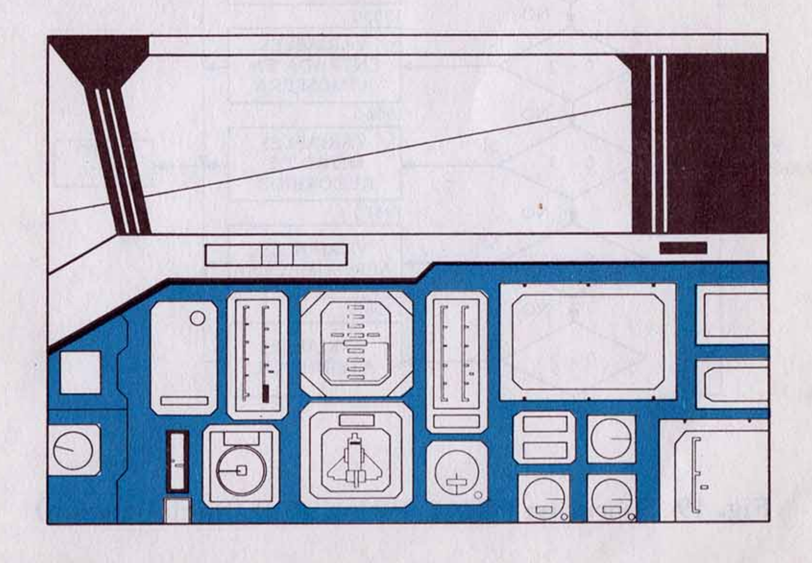
El mismo principio es empleado en la línea 11213 para dibujar el "horizonte artificial", la única diferencia es que aquí limitamos el desplazamiento en ambos sentidos a 10 pixels, en lugar de los 15 del horizonte "normal", graba ahora el programa con el título de LAND3, no trates de ver esta parte pues todavía no funciona debido a que nos falta por realizar la sección del programa donde "inicializamos" las variables y el "Loop principal", no te olvides de comprobar la grabación...

CSAVE"LAND3"

Inicializando nuestro programa

El recorrido del **Columbia** que nosotros vamos a reproducir es bastante largo, más de 2000 km., y si bien nuestra nave inicia la entrada en la atmósfera a una velocidad más que considerable (28.000 Km/h.), recorriendo los primeros 1000 km., en menos de 5 minutos, el resto del trayecto, hasta el aterrizaje, tarda en realizarlo unos 25 minutos más.

Esta última maniobra, el aterrizaje, es la de más difícil ejecución, no solamente en el simulador, sino en cualquier avión, por lo tanto será conveniente que la practiquemos antes de iniciar el recorrido completo. ¡No sería lógico hacer un recorrido de 20 minutos para encontrarnos con que no sabemos aterrizar...!

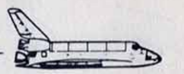


Con el fin de poder realizar prácticas de aterrizaje, así como de poder acceder al recorrido desde distintos puntos, vamos a dotar a nuestro programa con la posibilidad de seleccionar este recorrido, el método que vamos a emplear para hacer esta selección va a ser similar al que empleamos en la subrutina STICK, por eso que dijeron los chinos del dibujo y las mil palabras en la figura número 19 tienes el flow-chart de esta sección:

..PUES NO PARECE MUY LIOSO...

RETARDO
SCREEN Ø
1951O
MENU
INPUT O
1952O
BEEP
SI
O<1Ø o O>5
1954O
SI
O = 1
VARIABLES INICIALES
NO
1955O
SI
O = 2
VARIABLES ENTRADA EN ATMOSFERA
NO
1956O
1953O
ON O GOTO
SI
O = 3
VARIABLES MITAD DE RECORRIDO
GOTO 11050
NO
1957O
SI
O = 4
VARIABLES APROXIMACION
NO
1958O
SI
O = 5
VARIABLES ATERRIZAJE

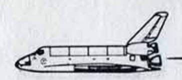
Fig. 19 Subrutina FINAL/PRINCIPIO (inicialización)



Como verás, hay dos partes diferenciadas. Primeramente se expone el menú con las distintas posibilidades, haciendo equivaler cada una de estas posibilidades a un número, dentro de un margen, (1 a 5) este número se asigna a una variable **O**, que es la que en la instrucción ON... GOTO... determina a cuál de los programas de inicialización debemos acceder, en estos programas es donde damos el valor correspondiente a la altura **AL**, velocidad lineal **VL**, grados **GR**, dirección **DI**, latitud **LA**, etc., hay otras variables que todavía no sabemos su significado, pero que veremos cuando hagamos los capítulos que siguen.

Al final de cada uno de los subprogramas vemos que hay un GOTO 11500. Si miramos en nuestro listado, o en la figura 1, veremos que esta dirección corresponde al LOOP PRINCIPAL, así que ésta es la parte que realizaremos una vez que acabemos con ésta, carga el programa anterior (LAND5) y copia el listado siguiente:

```
19500 REM FINAL/PRINCIPIO
19510 FOR R=1 TO A:NEXT:SCREEN 0:COLOR 1,7:LOCATE
      2,2:PRINT "EMPEZAR EL JUEGO (1)":LOCATE 2,4:
      PRINT "ENTRADA ADTMOSFERA (2)":LOCATE 2,6:PR
      INT "MITAD RECORRIDO (3)":LOCATE 2,8:PRINT "
      APROXIMACION (4)":LOCATE 2,10:PRINT "ATERRIZ
      AJE (5)"
19520 LOCATE 2,14:INPUT "PULSA TU OPCION";O:IF O<1
       OR O>5 THEN BEEP:BEEP:GOTO 19520
19530 ON O GOTO 19540,19550,19560,19570,19580
19540 GOTO 10
19550 CLEAR 2000:AL=130000!:VL=28000:GR=.01:DI=88:
      LA=20:CT=1:MT=0:LO=100:CN=1:MN=0:PE=0:PD=40:
      PI=40:VS=27750:CF=6.2832:CI=6.2832:RF=-.09:T
      A=1:TP=5.9:SCREEN 2,2:GOTO 11050
19560 CLEAR 2000:AL=55000!:VL=13600:GR=.01:DI=89:L
      A=24:CT=1:MT=0:LO=90:CN=1:MN=0:PE=0:PD=40:PI
      =40:VS=13590:CF=6.2832:CI=6.2832:RF=-.09:TA=
      1:TP=5.9:SCREEN 2,2:GOTO 11050
19570 CLEAR 2000:AL=6000!:VL=800:GR=.05:DI=89:LA=2
      8:CT=1:MT=0:LO=82:CN=1:MN=0:PE=0:PD=40:PI=40
      :VS=799:CF=6.2832:CI=6.2832:RF=-.09:TA=1:TP=
      5.9:SCREEN 2,2:GOTO 11050
```



```
19580 CLEAR 2000:AL=300!:VL=450:GR=.01:DI=90:LA=28
      :CT=1:MT=52960!:LO=80:CN=1:MN=73000!:PE=0:PD
      =40:PI=40:VS=449:CF=6.2832:CI=6.2832:RF=-.09
      :TA=1:TP=5.9:SCREEN 2,2:GOTO 11050
```

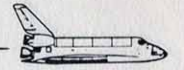
Vamos ahora a analizar el listado, en la línea 19510 vemos que el loop de retardo **R** en lugar de tener un número final tiene una variable **A.** El motivo es muy sencillo, en el caso de comenzar el programa accedemos a esta rutina desde la línea 11010, con lo que la variable **A** es 0, no existiendo retardo, sin embargo si el acceso es realizado desde la subrutina CATASTROFE (línea 19400), necesitamos un retardo que nos permita ver los mensajes generados en esa subrutina, antes de que se borre la pantalla con el cambio a SCREEN 0, es entonces en esa subrutina, que tenemos que realizar, donde asignaremos un valor a la variable **A.**

En esta misma línea (19510) cambiamos nuestra pantalla de modo gráfico a texto (SCREEN 0), e imprimimos nuestro menú, para el posicionamiento de los textos utilizamos la instrucción **LOCATE,** esta sirve para situar el **inicio** de un texto en la matriz de nuestra pantalla, el primer número corresponde a la posición horizontal **X,** y el segundo a la vertical **Y,** en 19520 introducimos nuestra opción (O) mediante la instrucción **INPUT.** Esta instrucción se puede utilizar para introducir en nuestro programa tanto valores numéricos, como ahora, o valores alfanuméricos, en cuyo caso la variable de **INPUT** va seguida del símbolo "$" (INPUT A$), en ambos casos esta instrucción puede ser seguida de un texto (PULSA TU OPCION) que nos sirva de aclaración, o usada sola, escribe estas líneas en tu pantalla para ver este punto más claramente.

CLS:INPUT A:LOCATE 20,20:PRINT A

Escribe ahora una palabra y pulsa RETURN, como ves, no es admitida, prueba con un número y verás como sí es aceptado, vamos a probar el otro, INPUT A$, teclea lo siguiente:

CLS:INPUT "ESTA ACEPTA TODO"; A$:
LOCATE 20,20:PRINT A$



En este caso la instrucción admite tanto números como textos pero el valor de la variable (A$) es siempre **alfanumérico.**

En esta misma línea (19520) establecemos el límite máximo y mínimo del valor de **O**, en el caso de que excedieramos estos límites, nuestra instrucción **BEEP** se encargaría de llamarnos al orden, en 19530 tenemos otra variación de **ON**, esta vez en lugar de **GOSUB** empleamos **GOTO**, puesto que no nos interesa el "retorno", el resto de las líneas corresponden al asignamiento de variables, el significado de estas variables lo iremos comprendiendo a medida que realicemos el programa.

Aparte de este bloque tenemos otro en 22500 (ver fig. 1) llamado INICIALIZACION, que también debemos de realizar, en esta subrutina inicializaremos más adelante una serie de parámetros, ahora vamos a asignar únicamente una dirección a una nueva instrucción, **USR**, y abrir nuestro **buffer** de la pantalla para poder introducir textos en modo gráfico (este tema ya fue explicado en el primer libro), teclea la líneas siguientes:

```
22500 REM INICIALIZACION
22510 DEFUSR=&H156:OPEN "GRP:" FOR OUTPUT AS #1:AG
      =174:K7=1
22530 RETURN
```

En la línea 22510 tenemos la instrucción **DEFUSR**, el significado de esta palabra es algo así como "define (DE) función (F) de usuario" (USR), con lo cual nos quedamos más o menos como estábamos pero yo he escrito tres líneas más del libro...

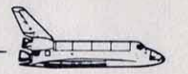
Bien, bromas aparte (que es lo que se dice en estos casos), esta instrucción es muy importante ya que nos permite acceder desde el BASIC a programas, o subrutinas, realizados en código máquina... ¡Qué nadie se asuste y piense que ha comprado un libro equivocado! La subrutina que vamos a emplear está ya realizada, es una de las muchas (a las que dedicaremos otro libro) que tiene nuestro ordenador dentro de su **intérprete.**

Esta subrutina está situada dentro de una memoria **ROM**, este tipo de memorias se caracterizan por que una vez que se "graban" en ellas los datos, o los programas, no es posible "borrarlos", a diferencia de lo que ocurre en las memorias **RAM**, que son las que utilizamos para meter programas como el que estamos haciendo.

Estos nombres que damos a las memorias son las abreviaturas de las palabras inglesas (¡No faltaría más...!) "**R**andom **A**ccess **M**emory" (RAM) y "Read Only Memory" (ROM), que vienen a significar algo así como "memorias de acceso aleatorio" y "memorias únicamente de lectura".

Pues bien después de todo este lío, lo que hacemos en la línea 22510, con la instrucción DEFUSR=&H156, es asignar a la misma la dirección hexadecimal 156, la cual corresponde al inicio de una subrutina contenida en nuestra ROM y cuya labor es la de limpiar el **buffer** del teclado... ¿Perdido totalmente o sólo un poco...?

En el anterior libro se explicó lo que era un **buffer**, una especie de registro o localización temporal para nuestros datos, también fue explicada la instrucción ON KEY GOSUB con el ejemplo de reloj programable. Pues bien, por el carácter tan especial que tiene esta instrucción hay que tomar precauciones para su uso (no, no muerde...). Veamos primero la carta de flujo del LOOP PRINCIPAL en la figura nº 20, la primera acción que el programa ejecuta es **desconectar** la función **KEY,** posteriormente comprueba que la velocidad vertical no excede los 999 m. por segundo, para inmediatamente ir a la subrutina DISPLAY, esta es una subrutina eminentemente gráfica y una de las precauciones que debemos tomar cuando utilicemos ON KEY GOSUB con contenido gráfico en sus subrutinas, es la de no mezclar la ejecución de esas subrutinas con la ejecución de un programa que a su vez también tenga un contenido gráfico, pueden salir cosas rarísimas... ese es el motivo por el cual desconectamos la función KEY.



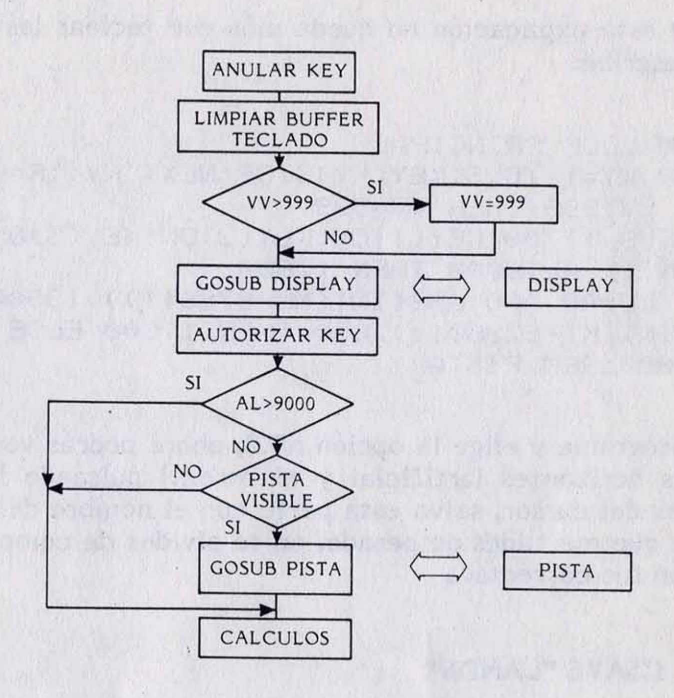
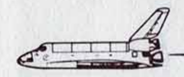


Fig. 20 Loop principal

Después de esta desconexión asignamos el valor de **USR** (0) a la variable **R**, este es el método que se emplea para acceder a la subrutina señalada anteriormente por **DEFUSR**, con esto "limpiamos" la memoria de nuestro teclado (buffer), el efecto que logramos con ello es el de poder "repetir" la función asignada a una tecla programable mientras la tengamos pulsada, lo mismo que sucede con una tecla normal si no levantas el dedo de ella.

Este efecto lo podrás ver claramente cuando hagamos las subrutinas que son usadas por ON KEY. Después del retorno desde DISPLAY es de nuevo conectada la función KEY, comprobando si la altura es menor de 9000 m., si éste fuera el caso haríamos una segunda comprobación para determinar si nuestra posición nos permite ver la pista de aterrizaje, accediendo o no a la subrutina PISTA.

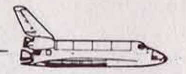


Después de esta explicación no queda más que teclear las líneas de este loop, escribe:

```
11500 REM LOOP PRINCIPAL
11510 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY::R=USR(0):
      IF VV>999 THEN VV=999
11520 GOSUB 11700:KEY(1)ON:KEY(2)ON:KEY(3)ON:KEY(5
      )ON:IF AL>9000 THEN 11600
11530 IF LO=80 AND ABS(INT(MN-67561!))>13500 OR AB
      S(INT(MT-52960!))>850 THEN 11600 ELSE GOSUB
      17000:REM PISTA
```

Rueda el programa y elige la opción nº 2, ahora podrás ver cómo se mueven los horizontes (artificial y el otro...) pulsando las teclas horizontales del cursor, salva esta parte con el nombre de LAND6 y a riesgo de que me tildes de pesado, no te olvides de comprobar que la grabación fue correcta...

CSAVE "LAND6"



Conversión DRAW

La próxima subrutina que realizaremos será DISPLAY, en ella haremos moverse los indicadores de nuestros instrumentos analógicos, pero también haremos uso de indicadores digitales. Dado el tamaño de los diales y pantallas donde deben aparecer estas indicaciones no es posible hacer uso de los caracteres numéricos que poseemos sin que la sensación de reproducción a escala que tiene nuestra pantalla sea rota, en la figura 21 tienes el dibujo actual de nuestra brújula y cómo quedaría si utilizáramos los caracteres numéricos que tenemos en el ordenador.

¿Qué es lo que sucede entonces, no podemos utilizar un display digital? Sí, por supuesto que podemos utilizarlo, pero para ello antes debemos generar una nueva serie de caracteres numéricos. Para confeccionar estos nuevos caracteres vamos a emplear nuestra potente amiga **DRAW**, que como vemos sirve para "casi" todo...

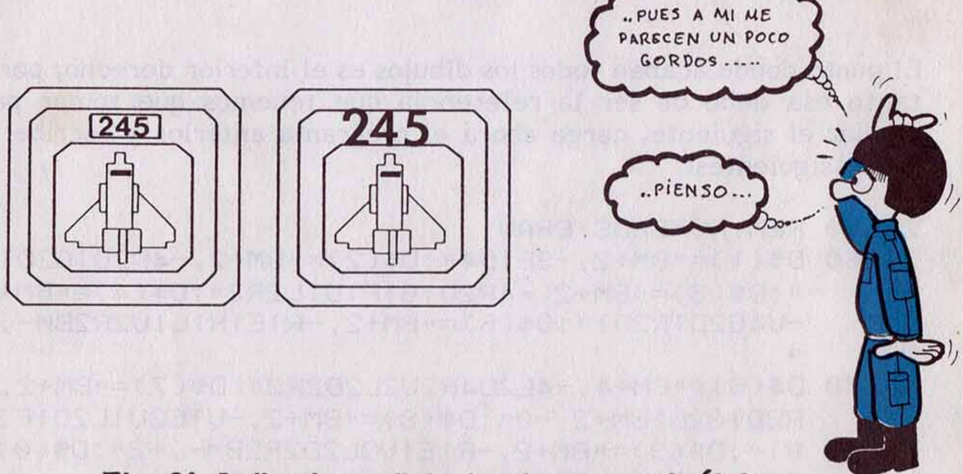


Fig. 21 Indicadores digitales de nuestra brújula

Vamos a empezar por las cadenas alfanuméricas que van a reproducir los números del 1 al 0, estas cadenas estarán contenidas dentro de la matriz D$(1-0), el truco en la confección de estos números está en que empiecen y acaben en las mismas posiciones, con el fin de que al formar una cadena con ellos, la separación y el alineado sea homogéneo. En la figura 22 tienes la representación de los nuevos números:

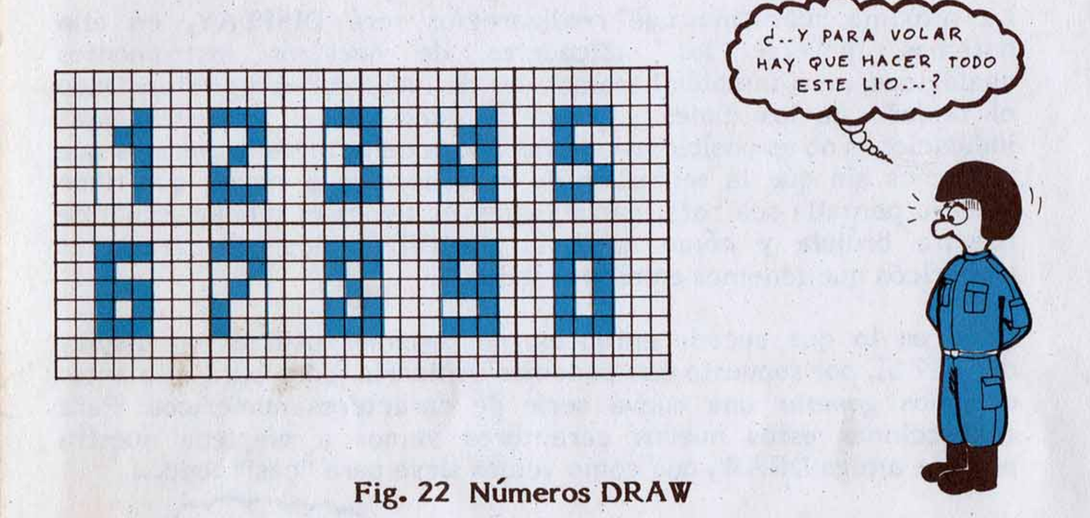
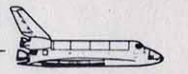


Fig. 22 Números DRAW

El punto donde acaban todos los dibujos es el inferior derecho, por lo tanto esa debe de ser la referencia que tenemos que tomar para dibujar el siguiente, carga ahora el programa anterior y escribe las líneas siguientes:

```
21650 REM NUMEROS DRAW
21660 D$(1)="BM+2,-3E1D4":D$(2)="BM+2,-4R2D1G2D1R2
      ":D$(3)="BM+2,-4R2D1G1F1D1L2R2":D$(4)="BM+4,
      -U4G2D1R2D1":D$(5)="BM+2,-R1E1H1L1U2R2BM-,+4
      "
21670 D$(6)="BM+4,-4L2D4R2U2L2D2R2":D$(7)="BM+2,-4
      R2D1G2D1BM+2,-0":D$(8)="BM+2,-U1E2U1L2D1F2G1
      R1":D$(9)="BM+2,-R1E1U3L2D2R2BM-,+2":D$(0)="
      BM+2,-R2U4L2D4R2":P$="BM+2,-0R0"
```



Ahora lo que nos queda es hacer una subrutina que establezca la relación entre un número y su equivalente de la matriz D$(), pero nosotros para nuestro programa necesitamos valores que van desde 000 hasta 999, luego está claro que lo primero que tenemos que hacer es separar cada uno de los dígitos que componen un valor determinado, es decir las unidades, decenas y centenas. El método que emplearemos es un programa muy sencillo (¿Te das cuenta de que siempre son **muy** sencillos...?) que hace uso de **ON... GOTO** y de la función **INT**, en la figura 23 está representada su carta de flujo:

D1...D4=Ø
ON LV GOTO
RETORNO
12520
LV=4
LV=3
LV=2
LV=1
LV=Ø
EV - D2. 10
D1=INT(EV)
LV-1
12540
EV-D3.100
D2=INT(EV/10)
LV-1
12550
EV-D4.1000
D3=INT(EV/100)
LV-1
12560
D4=INT(EV/1000)
LV-1
12570

¡..EL DISPLAY..!
¡..SE HA ROTO EL DISPLAY..!
¡..MADREEE..!
CASTAÑAZO 100 Km

Fig. 23 Carta de flujo de la subrutina CONVERSION

Lo primero que hace la subrutina es poner a cero las variables **D1** a D4, estas variables son las correspondientes a las unidades (D1), decenas (D2), centenas (D3) y millares (D4, no usada), después según el valor de **LV** (Longitud Variables), accedemos a los distintos pasos de conversión, donde se extrae la primera cifra de cada número, empezando siempre por la parte más alta, cada vez que obtenemos una cifra **LV** se decrementa de 1, y cuando es 0 retornamos al punto desde donde se accedió a esta subrutina.

A pesar de que el proceso no es complicado, vamos a ver los dos primeros pasos de la conversión del número 2345, el valor de **LV** debe ser 4, puesto que son cuatro cifras, **EV** (Equivalente Variable) será 2345, D1 a D4 serán igual a 0. La instrucción **ON LV GOTO** nos enviará a la línea 12570, aquí el cociente de EV/1000 será 2.345, pero al someterle a la función INT obtendremos "2". Este es el valor que toma D4, ahora decrementamos LV, con lo que queda en 3, desde aquí vamos a la línea 12560, ON LV GOTO.

La próxima línea es 12560 (LV=3), aquí la operación es diferente, **EV** sigue teniendo el valor 2345, pero ahora tenemos que extraer las centenas, así que como es el primer número el que vamos a convertir y éste corresponde a los millares, lo primero que haremos será anular este número. D4 es igual a 2, multiplicado por 1000 será 2.000, si a **EV** (2345) le restamos 2000 el resultado será 345, el proceso ahora es igual que el seguido anteriormente, con la única diferencia de que EV es dividida por 100 en lugar de por 1000.

El **integer** de esta división será D3, estas variables son usadas posteriormente para definir la correspondencia de D$(.) dentro de su matriz, por ejemplo, en nuestro caso la representación final en nuestra subrutina DISPLAY del número 2345 tomaría esta forma:

D4=2 D2=3 D2=4 D1=5 **D$(D4)+D$(D3)+D$(D2)+D$(D1)**

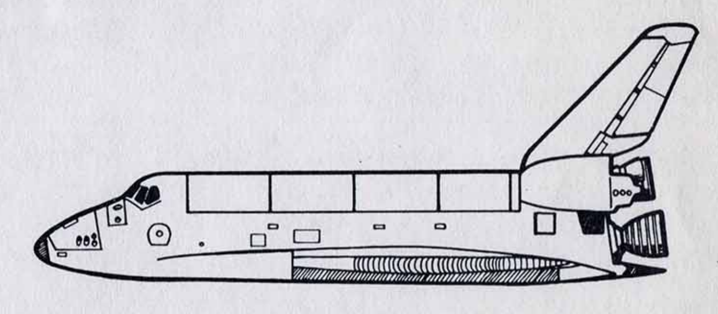
Como ves, lo único que hay que hacer es asignar a la variable D$ el valor de D4 a D1, en el orden correspondiente para que recuperemos, "reducido de tamaño", el número que introducimos con la variable **EV**, en este caso 2345.

Con esta explicación creo que queda claro (¿No...?) cómo funciona este bloque, únicamente nos resta copiar las líneas correspondientes para poder utilizarlo en el próximo capítulo, en caso de que alguno de los números salga distinto a como está en la figura 22 revisa bien el listado de las cadenas D$(.), líneas 21650-21670

```
12500 REM CONVERSION
12510 D1=0:D2=0:D3=0:D4=0
12520 ON LV GOTO 12530,12540,12550,12560,12570
12530 RETURN
12540 EV=(EV-D2*10):D1=INT(EV):LV=LV-1:GOTO 12520
12550 EV=(EV-D3*100):D2=INT(EV/10):LV=LV-1:GOTO 12
      520
12560 EV=(EV-D4*1000):D3=INT(EV/100):LV=LV-1:GOTO
      12520
12570 D4=INT(EV/1000):LV=LV-1:GOTO 12520
```

Salva el programa bajo el nombre de LAND7 y no te olvides de... ¡bueno no sigo...!

CSAVE "LAND7"



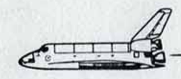
Instrumentando nuestra nave (Display)

En este capítulo vamos a poner en **funcionamiento** todos aquellos instrumentos que tienen relación con el comportamiento de nuestra nave: velocidad lineal y vertical, inclinación, temperatura, etc. dejando para otro capítulo los indicadores de dirección y posición.

El problema que se plantea en cualquier programa de este tipo, a la hora de reproducir un instrumento analógico, es la adecuación de las magnitudes a representar dentro de una escala, así como la conversión, al comando o instrucción adecuados, de los valores a mostrar. Todas estas acciones, unidas a la puesta en pantalla de los resultados, consumen un porcentaje muy considerable de tiempo; por lo tanto deberemos reducir el uso de esta subrutina al mínimo imprescindible.

Para conseguir este objetivo usaremos un instrumento **únicamente** cuando la indicación que nos va a mostrar difiere de la que tenía en una magnitud suficiente para ser apreciada en su escala, el sistema empleado para este fin no es otro que un salto cuando esta condición no se cumple, o sea, **IF... THEN.**

Bueno, basta ya de explicaciones y vamos a poner manos a la obra porque a este paso me parece que no aterrizamos... (claro que hay quien está siempre en las nubes...).

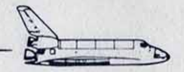


INDICADOR VELOCIDAD LINEAL (VL)

Este indicador consta de dos escalas independientes, la primera va desde 30.000 km/h. hasta 2.000, y la segunda va desde esta última velocidad hasta 0; en la segunda escala hay una indicación a los 350 km/h. para advertirnos que ésta es la velocidad **mínima** a la que puede ir nuestra nave en baja altura (ver "resistencia del aire" en capítulo 3). El motivo de los valores, máximo y mínimo, dados a estas escalas lo tienes representado de forma gráfica en la figura 24.

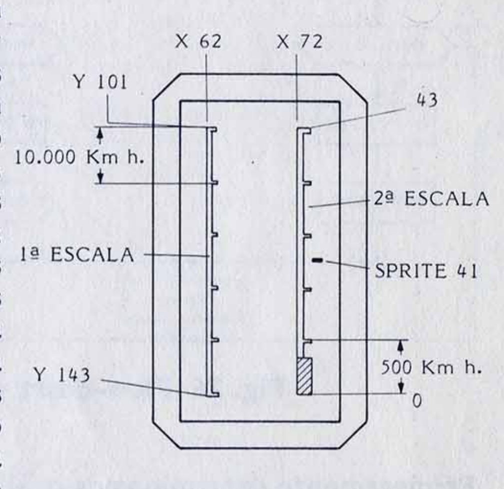
28
RESISTENCIA AIRE (RA) EN AUMENTO
VELOCIDAD Km/h. • 1.000
CAPAS ATMOSFERA
2.000 Km/h.
350 Km/h.
0
TIEMPO TOTAL 800" (≈ 13'5')

Fig. 24 Distribución de la velocidad en el tiempo



Como puedes ver en el gráfico, la distribución de la velocidad en el tiempo es un ángulo con su vértice a los 2.000 km/h., siendo las dos líneas de este ángulo prácticamente rectas. Esto nos permite hacer dos escalas lineales a partir del punto de flexión que en el gráfico tiene la velocidad, como es lógico, la distribución de las escalas no puede ser igual.

La indicación proporcionada por la primera no necesita ser tan exacta como la que nos debe dar la segunda, por lo tanto las divisiones más anchas están puestas cada 5.000 km/h., como puedes ver en el dibujo adjunto. En la segunda, estas divisiones están cada 500 km/h. con un cambio de color en los últimos 350, la posición exacta de estas escalas está también representada en este dibujo, observarás que la longitud total en ambas escalas es de 43 pixels; por lo tanto deberemos adecuar los valores a exponer en cada una para que queden representados dentro de este margen, 43 pixels, para ello vamos a emplear de nuevo la **interpolación lineal**, como ya hicimos en CALCULOS, en la figura 25 tienes los gráficos que corresponden a ambas velocidades.



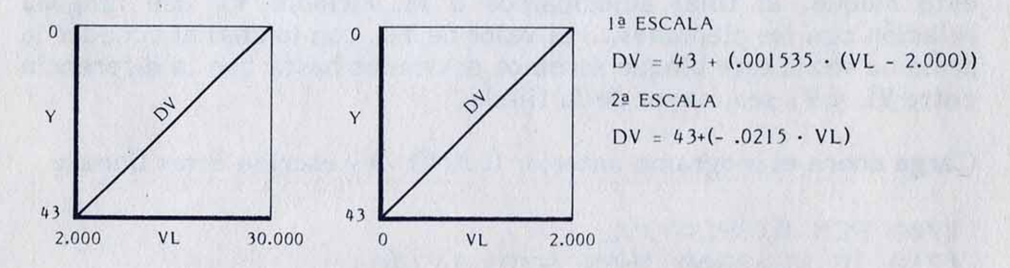


Fig. 25 Distribución lineal de las escalas VL

Bueno, como no se trata de poner una fábrica de instrumentos, vamos a terminar con nuestro velocímetro viendo su flow-chart y copiando las líneas correspondientes para poder analizarlas. Veamos primero el flow-chart en la figura 26:

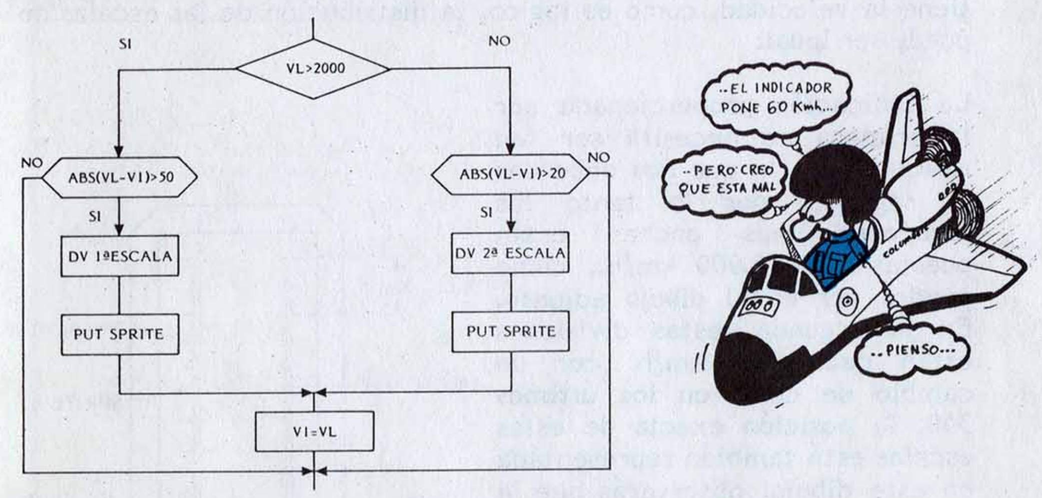
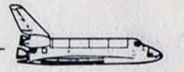


Fig. 26 Flow-chart velocidad lineal (VL)

Primeramente determinamos cuál de las escalas debe ser usada, una vez hecha esta determinación comprobamos si la diferencia entre la velocidad actual y la anterior es mayor del margen establecido en cada escala; en caso afirmativo procedemos a calcular la posición del indicador (sprite 41), en caso negativo seguimos el programa, saltándonos estas fases, con lo cual reducimos el tiempo tomado por este bloque, al final adjudicamos a la variable **V1** (sin ninguna relación con los alemanes...) el valor de **VL**, con lo cual al acceder la próxima vez a este bloque seremos desviados hasta que la diferencia entre **VL** y **V1** sea mayor de la fijada.

Carga ahora el programa anterior (LAND 7) y escribe estas líneas:

```
11700 REM DISPLAY/VL
11710 IF VL>2000 THEN GOTO 11740
11720 IF ABS(VL-V1)>20 THEN DV=INT(43+(-.0215*VL))
```

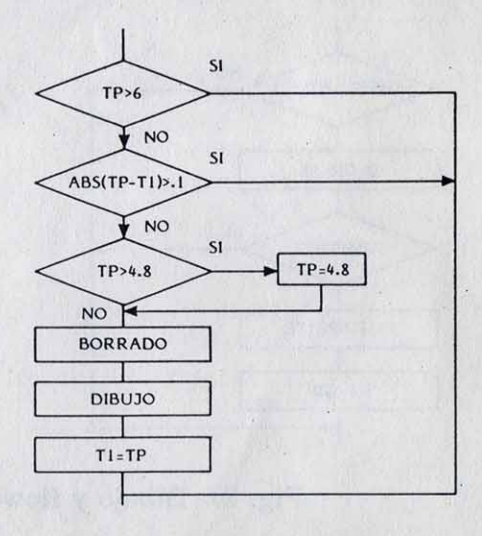


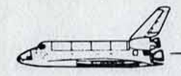
```
      :PUT SPRITE 20,(63,100+DV),15,41:V1=VL:SOUND
      6,INT(VL/1000):GOTO 11750
11730 GOTO 11750
11740 IF ABS(VL-V1)>50 THEN DV=INT(43+(-1.535E-03*
      (VL-2000))):PUT SPRITE 20,(56,100+DV),15,41:
      V1=VL:SOUND 6,INT(VL/1000)
```

En el listado verás que hay una instrucción SOUND que no figura en la carta de flujo, lo que hacemos con esta instrucción es adecuar el sonido que produce nuestra nave según su velocidad.

INDICADOR DE TEMPERATURA

Por aquello de levantarte la moral, te diré que este indicador es más sencillo (¿que siempre digo lo mismo...?), este instrumento nos va a mostrar si nuestra nave se está calentando más de la cuenta debido a nuestra velocidad, cuando la temperatura comience a ser peligrosa el indicador empezará a funcionar, por lo tanto trabaja únicamente con temperaturas altas. En la carta de flujo adjunta puedes ver la sencillez de esta parte del programa. Primero establecemos un límite máximo y mínimo para la posición de la aguja indicadora (6-4.8), comprobando si la magnitud del cambio es suficiente para ser mostrado. Debido a que esta vez el indicador (aguja) no es un sprite, necesitamos **borrar** el anterior antes de poner el nuevo, esto lo realizamos dibujando el anterior del mismo color que tiene el fondo del instrumento, por último asignamos el valor de **TP** a **T1**, con el mismo fin que en el bloque anterior, hacer saltar el programa al siguiente punto en el caso de que la variación no sea suficiente.





La magnitud del valor (.1) asignado para que se produzca el display puede parecerte pequeño, pero es el que corresponde a 6 grados, aproximadamente.

Copia ahora las líneas siguientes y espera a acabar este capítulo para ver cómo funcionan estos instrumentos de forma conjunta.

```
11750 REM TEMPERATURA
11760 IF TP>6 OR ABS(TP-T1)<.1 THEN GOTO 11800
11770 IF TP>4.8 THEN TP=4.8
11780 CIRCLE(144,171),6,1,-TX,-TX:TX=TP:CIRCLE(144
      ,171),6,3,-TX,-TX:T1=TP
```

INDICADOR DE INCLINACION (GR)

Este indicador forma parte de nuestro horizonte artificial, su funcionamiento, después de las descripciones anteriores, no necesita (creo...) explicación, de todas formas en la figura 26 tienes el dibujo del flow-chart y el indicador, más abajo tienes las líneas que corresponden a esta parte:

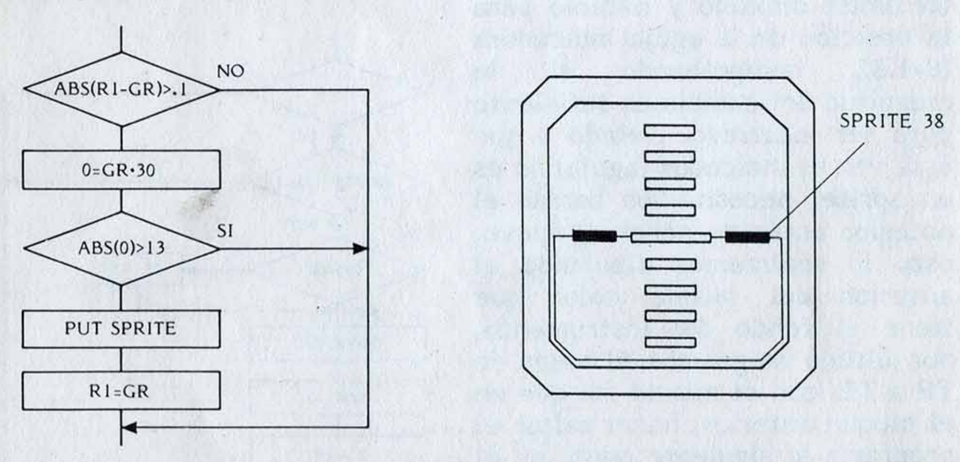


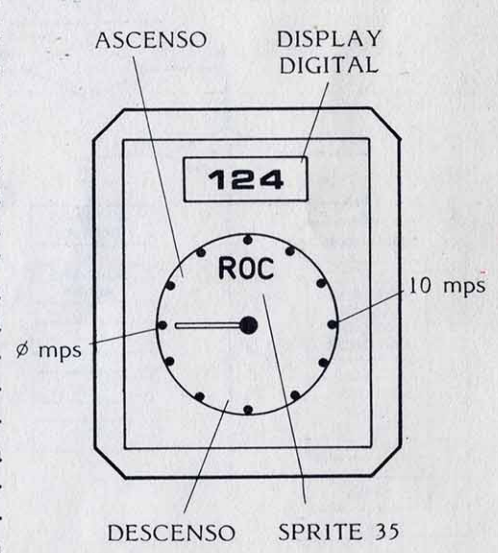
Fig. 27 Dibujo y flow-chart INCLINACION

```
11800 REM GR
11810 IF ABS(R1-GR)>.01 THEN O=GR*30:IF ABS(O)<13
      THEN PUT SPRITE 11,(101,100+O),15,38:R1=GR
```

VELOCIDAD VERTICAL (VV)

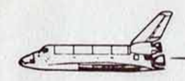
El indicador de la velocidad vertical en una nave como ésta, tiene que tener un margen de medida muy amplio para poder registrar con precisión, tanto las velocidades altas, como las bajas, para ello vamos a recurrir al mismo sistema que ya empleamos para medir la velocidad lineal, una escala doble.

En este caso, además de la velocidad, tenemos que indicar en qué dirección se desarrolla esta velocidad, ascendente o descendente. Para las velocidades hasta 10 m/s. (metros por segundo) contaremos con un indicador analógico con escala doble, la superior para cuando ascendemos y la inferior (¿a que lo has adivinado...?) para los descensos, una vez rebasada la primera, entrará en funcionamiento otra escala, pero ésta digital, permitiéndonos medir velocidades hasta de 999 m/s. Para distinguir en este caso la dirección, recurrimos al cambio de color del fondo del display, rojo para el ascenso y blanco para el descenso.



Copia estas líneas antes de analizar la carta de flujo:

```
11850 GOSUB 11100:IF VV>999 THEN VV=999:REM VV
11860 IF ABS(VV)<10 THEN GOTO 11880 ELSE LV=4:IF Z
      1=0 THEN R=3.14+VX*.314:CIRCLE(67.5,171.5),9
      ,1,-R,R:LINE(77,171)-(67,171),15:Z1=1:Z2=0
```



```
11870 IF ABS(VV-VX)>.5 THEN EV=INT(ABS(VV)):VX=EV:
      GOSUB 12500:LINE(62,155)-(72,160),1,BF:PSET(
      63,159),CV:DRAW "BM-3,-0"+D$(D3)+D$(D2)+D$(D
      1):IF VV<0 THEN CV=9 ELSE CV=15
11875 GOTO 11900
11880 IF Z2=0 THEN LINE(62,155)-(72,160),8,BF:LINE
      (67,171)-(77,171),1:Z2=1:Z1=0:VX=9
11890 IF ABS(VV-VX)>.3 THEN R=3.14+VX*.314:CIRCLE(
      67.5,171.5),9,1,-R,R:R=3.14+VV*.314:CIRCLE(6
      7.5,171.5),9,15,-R,R:VX=VV
```

GOSUB STICK ⟺ STICK

VV<10 — SI / NO

LV=4

Z1=Ø — SI: BORRADO AGUJA; PUESTA A "10" DE LA AGUJA; Z1=1; Z2=Ø; CONVERSION NUMEROS — NO

Z2=Ø — NO / SI

BORRADO DISPLAY

BORRADO AGUJA

Z2=1

Z1=Ø

VX=9

ABS(VV-VX)>.3 — NO / SI

BORRADO AGUJA POSICION ANTERIOR

DIBUJO AGUJA POSICION ACTUAL

VX=VV

ABS(VV-VX)>.5 — NO / SI

EV=INT(ABS(VV))

VX=VV

GOSUB CONVERSION ⟺

BORRADO DISPLAY

DIBUJO DRAW — 393

VV< Ø — SI: COLOR ROJO — NO: COLOR BLANCO

¡..WHAT A FOLLOW.!

Fig. 28 Flow-chart Velocidad Vertical (VV)

Como puedes ver el flow-chart parece más complicado de lo que es en realidad... (¿qué... te he levantado la moral...?), bueno pues para que veas que es verdad, vamos a seguirlo paso a paso.

Inicialmente accede la subrutina STICK, por si queremos cambiar el rumbo de nuestra nave, después comprueba cuál de las dos escalas debe utilizar; supongamos que es la analógica, o sea > 10 m/s., la primera desviación condicional se produce de acuerdo con el valor de **Z2**. Asumamos que este valor es 0, en este caso significa que nuestra velocidad era antes superior, por lo cual era utilizado el display digital, por lo tanto procedemos a borrar este display, así como la aguja que estaba en la posición de 10 m/s.

Dando ahora a **Z2** el valor de "1" evitamos que este proceso se repita mientras estemos en esta escala (> 10 m/s.), después damos a **Z1** el valor 0, esta variable será empleada en la segunda escala con el mismo fin que lo **Z2** es en ésta, por último asignamos a **VX** el valor de 9, correspondiente a 9 m/s., toda esta operación se realiza en la línea 11880, después comprobamos si la variación es **suficiente** para ser expuesta, si lo es, borramos la aguja en la posición anterior para dibujarla de nuevo en la que le corresponda.

Si aumentamos nuestra velocidad vertical por encima de los 10 m/s. pasariamos al segundo display (digital), en este caso se repetiría el proceso de borrado del indicador anterior, únicamente que ahora lo que habría que borrar, "y poner a 10", sería la aguja. Esto se realiza en la línea 11860, que como puedes ver se parece mucho a 11880, después cambiamos de nuevo los valores de **Z1** y **Z2**, pasando a comprobar la variación de velocidad para proceder o no a un nuevo display. Como ya dijimos anteriormente, la diferencia entre subir o bajar se representa en esta escala por el **cambio** de color de la misma, esto es lo que hacemos con la comprobación de si **VV** es positiva o negativa, asignando el color a la variable **CV** (color variable), al final de la línea 11870.

¿A que no era tan difícil... que sí...? (pues a mí no me lo parece...)

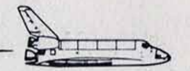
ALTIMETRO (AL)

La similitud de este instrumento con el indicador de velocidad lineal (VL) es muy grande, su forma es casi la misma, y como él, también cuenta con dos escalas analógicas para distintos márgenes de altura, su diferencia más significativa es la de tener una tercera escala para alturas inferiores a 1.000 m., esta tercera escala es digital y constituye una variación con relación al instrumento original.

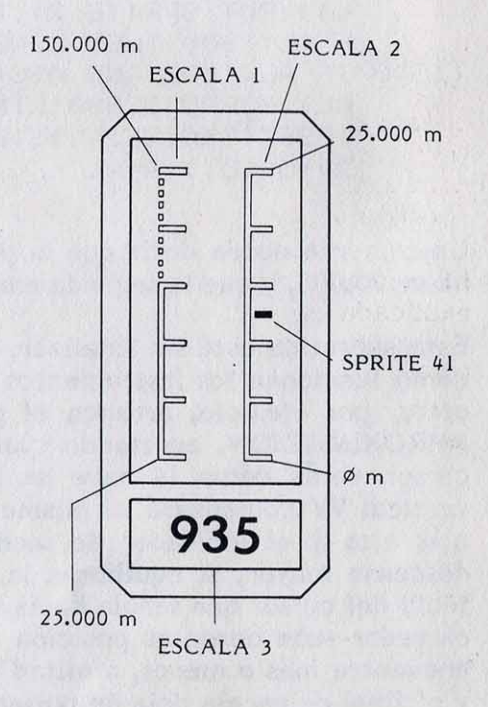
El principio de funcionamiento de la tercera escala es igual al ya explicado para el medidor de velocidad vertical (VV), únicamente que en este caso al descender la altura por debajo de los 1.000 m. el indicador analógico **continúa** funcionando, contrariamente a lo que ocurría en VV, pero mejor veamos las diferencias en la carta de flujo de la figura 29:

AL>2500
NO
SI
ESCALA 2
NO
ABS(AL-A1)>500
SI
CALCULAR DV
PUT SPRITE
A1=AL
NO
ABS(AL-A1)>50
SI
CALCULAR DV
PUT SPRITE
A1=AL
AL<1500
SI
NO
BORRADO DISPLAY DIGITAL
NO
AL<1000
SI
ABS(AL-A)>1
SI
NO
LV=4
EV=INT(AL)
GOSUB CONVERSION
CONVERSION NUMERO DRAW
BORRADO DISPLAY
DIBUJO NUMEROS
A=AL
ESCALA 1
ESCALA 3

Fig. 29 Carta de flujo altura (AL)



Si miras de nuevo la figura 26 y la comparas con ésta, verás que la diferencia, aparte de las magnitudes, es el flow-chart de la tercera escala. Cuando la altura es menor de 1.000 m. y la diferencia con la posición anterior más de 1, accedemos a la escala digital, el proceso es igual al de **VV.**

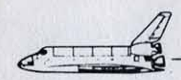


Si después de estar a una altura inferior a 1.000 m., subiéramos de nuevo por encima de esta altura, el display sería borrado, actuando únicamente el indicador de la escala nº 2, el borrado de la escala nº 3 seguiría efectuándose hasta que rebasaramos los 1.500 m.

Como ves, este sistema es distinto a las **básculas de selección** Z1 y Z2, que empleamos en VV, podemos llegar a parecidos resultados por distintos caminos.

El sistema empleado para calcular los valores de **DV,** en las líneas 11920 y 11930, es el mismo que usamos para **AL,** la interpolación lineal, la única diferencia es que la longitud que en este caso hemos dado a la escala es de 42 pixels, en lugar de 43, siendo el planteamiento el mismo que el representado en la figura 25. Copia ahora las líneas pertenecientes a este instrumento y examina la solución dada en ellas a la carta de flujo de la figura 29.

```
11900 REM AL
11910 IF AL<25000 THEN GOTO 11930
11920 IF ABS(AL-A1)>500 THEN DV=INT(42+(-3.44E-04*
      (AL-25000))):PUT SPRITE 21,(127,100+DV),15,4
      1:A1=AL:GOTO 11950
```



```
11925 GOTO 11950
11930 IF ABS(AL-A1)>50 THEN DV=INT(42+(-1.72E-03*A
      L)):PUT SPRITE 21,(135,100+DV),15,41:A1=AL:I
      F AL<1500 THEN LINE(136,148)-(151,152),12,BF
11940 IF AL<1000 AND ABS(A-AL)>1 THEN LV=4:EV=INT(
      AL):GOSUB 12500:LINE(136,148)-(151,152),6,BF
      :PSET(140,152),15:DRAW "BM-3,-0"+D$(D3)+D$(D
      2)+D$(D1):A=AL
```

Unicamente queda decir que la primera escala va desde 150.000 m. hasta 25.000, y que la segunda empieza en esta altura hasta el 0.

Esta subrutina está sin finalizar, pero a pesar de esto puedes ya ver cómo funcionan los instrumentos y la relación que tienen unos con otros, por ejemplo, arranca el programa y pulsa la opción nº 4, APROXIMACION, apretando cualquiera de las teclas laterales del cursor verás cómo la nave se **inclina,** el indicador de velocidad vertical **VV** comenzará al mismo tiempo a señalarte una velocidad más alta y el indicador de inclinación **GR** señalará un ángulo de descenso mayor, si **equilibras** la nave horizontalmente y pulsas la tecla del cursor que señala hacia ti, podrás ver cómo el indicador del elevador sube desde su posición de reposo. Cuando el indicador se encuentre más o menos, a mitad de recorrido entre el punto central y el final de escala deja de pulsar la tecla, en esta posición la nave comenzará a subir, la velocidad vertical disminuirá hasta 0 pasando después a ser ascensional (fíjate en el cambio de color de la escala digital), la inclinación también se reducirá, volviéndose negativa después de pasar por 0 grados.

Si dejamos en estas condiciones nuestra nave, acabará por entrar en **pérdida,** esto se manifestará por el mensaje "LINEA INDEFINIDA EN 11680" (en inglés), si miras esa línea verás que corresponde a la subrutina CALCULOS, y que es la que determina si nuestra **VL** (velocidad lineal) es menor de la debida. La subrutina donde a su vez nos manda esta línea (11680), y otras más que deben ser usadas por este programa, serán el tema del próximo capítulo, por ahora salva esta parte bajo el nombre de LAND8:

CSAVE "LAND8"

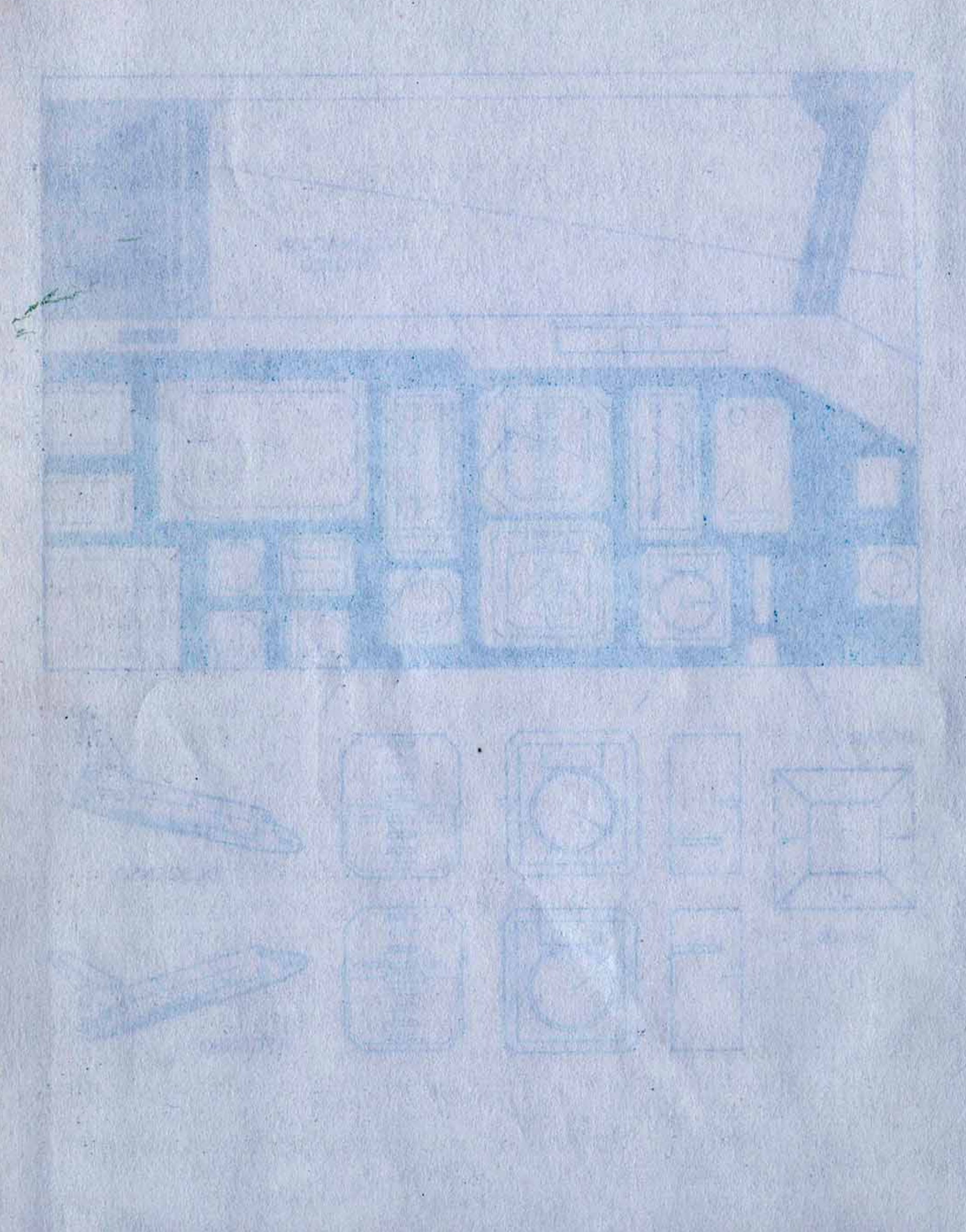
INCLINACION
EN GIRO

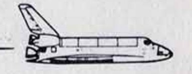
BAJAR

SUBIR

DESCENSO

ASCENSO





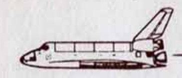
Subrutinas auxiliares

Las subrutinas que vamos a construir en este capítulo son usadas por el programa únicamente en circunstancias muy precisas, y nunca de forma continua. Dos de ellas, VL EXCESIVA y STALL, son usadas por CALCULOS, desde las líneas 11650 y 11680 respectivamente, el programa determinando su acceso de forma directa, nosotros influimos indirectamente al permitir que se alcancen las condiciones necesarias para que este acceso se produzca.

Las otras cuatro (el total es de seis) dependen directamente de nosotros para su ejecución, y las **llamaremos** utilizando la instrucción ON KEY GOSUB. Estas subrutinas son las siguientes: FRENO RUEDA, FRENO COHETE, FRENO AERODINAMICO, TREN DE ATERRIZAJE e IMPULSOR COHETE. Vamos a copiar primeramente la línea que faltaba en el bloque INICIALIZACION, donde se declaran las direcciones de estas subrutinas, las instrucciones GOSUB que hay posteriormente son con el fin de inicializar cada una de ellas.

```
22520 ON KEY GOSUB 19000,19100,19130,19060,19250,,
      ,,19070:GOSUB 19150:GOSUB 7030:GOSUB 19040:G
      OSUB 19280:GOSUB 19120:GOSUB 7030
```

Debido a que las subrutinas están asignadas a las teclas de función 1, 2, 3, 4, 5 y 9, los espacios correspondientes a las número 6, 7 y 8, están en blanco, como puedes veren la instrucción ON KEY GOSUB (línea 22520). Las teclas 4 y 9 tienen asignada la misma subrutina, pero con acceso diferente para cada una. La instrucción GOSUB 7030, que figura en último lugar, pone el sonido correspondiente a la fricción de nuestra nave con el aire.



Con el fin de que puedas ver el funcionamiento de cada una de las subrutinas a medida que las vayamos haciendo, y que no obtengas mensajes de error, al no existir la dirección señalada, copia las líneas siguientes (espero que anteriormente cargaras el programa LAND8...).

```
19000 REM FRENO COHETE
19050 REM FRENO RUEDA
19100 REM FRENO AERODIN
19150 REM TRN ATERRZ
19250 REM IMPULS COHET
19300 REM VL EXCES
19350 REM STALL
```

STALL (ST)

Esta subrutina debe indicarnos que nuestra nave está entrando en **pérdida,** esta indicación será acústica y gráfica, la primera dada mediante la instrucción BEEP, mientras que la segunda consistirá en la letra "S" **parpadeante.** Esta "S" estará hecha mediante DRAW.

Aparte de estas indicaciones, esta subrutina debe hacer que nuestra nave describa una trayectoria parecida a la de las figuras 7 ó 30.

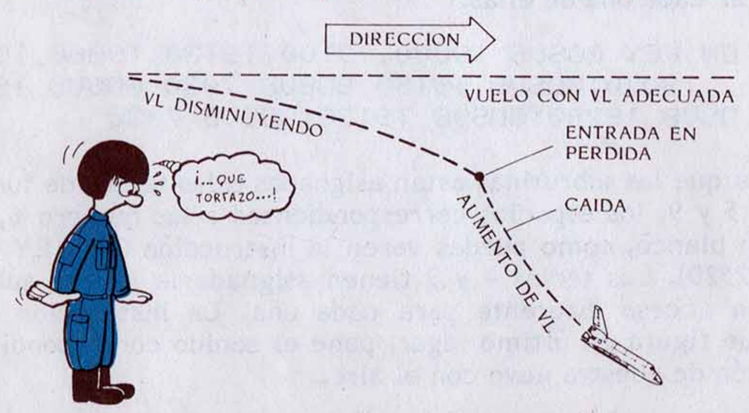


Fig. 30 Trayectoria de la nave en "pérdida"

Asimismo, disminuirá capacidad de control lateral y nuestra nave empezará a **caer de ala,** perdiendo el rumbo, estos efectos los conseguimos incrementando **GR** mediante la adición de un porcentaje de **ST;** cuanto mayor sea este porcentaje, mayor será la inclinación o la caída. La inclinación lateral la obtenemos accediendo a STICK, en la línea 11160, con lo cual incrementamos el valor de **TI** (timón), veamos el flow-chart y el listado de esta subrutina:

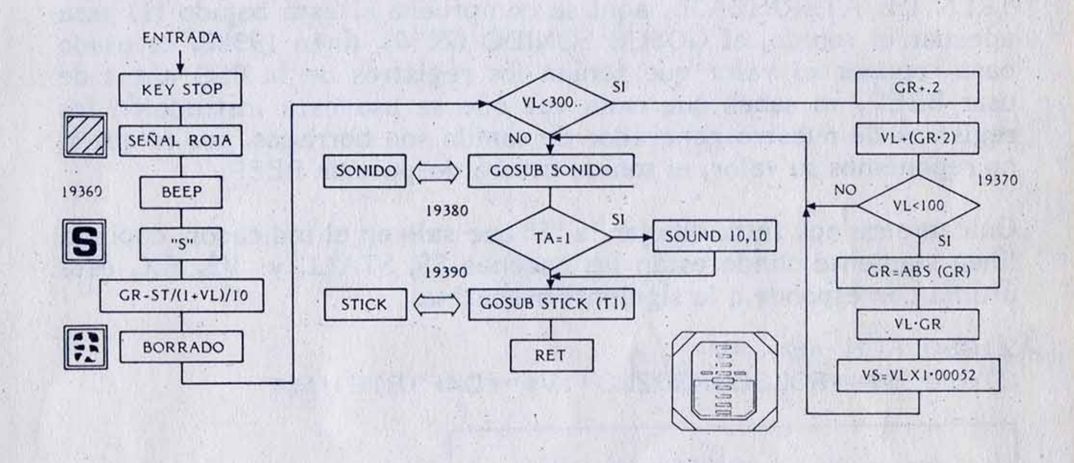
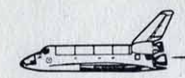


Fig. 31 Carta de flujo STALL (pérdida)

```
19350 REM STALL
19360 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT:LINE(40,183)-
      (47,190),6,BF:PSET(42,184),15:BEEP:DRAW S$:G
      R=GR+ST/(1+VL)/10:LINE(40,183)-(47,190),10,B
      F
19370 IF VL<300 THEN GR=GR+.2:VL=VL+(GR*2):IF VL<1
      00 THEN GR=ABS(GR):VL=VL*GR:VS=VL*1.00052
19380 GOSUB 7030:SOUND 6,INT(VL/1000):SOUND 9,FA:I
      F TA=1 THEN SOUND 10,10
19390 GOSUB 11160:RETURN
```



Lo único destacable de esta parte son las dos comprobaciones de **VL** que hacemos dentro de la subrutina, si VL < 300 la inclinación **GR** se incrementa fuertemente, el valor de **GR** se le suma a **VL**, con lo cual, en el caso de **GR** positivo (descenso), aumentará la velocidad, mientras que si **GR** es negativo (ascenso), lógicamente disminuirá, acentuándose la situación de pérdida.

Si VL < 100 la nave **cae**, independientemente de su trayectoria, esta situación está reflejada en la figura 7. La variable **TA** pertenece a TREN DE ATERRIZAJE, aquí se comprueba si está **bajado** (1) para adecuar el sonido, el GOSUB SONIDO (7030), línea 19380, es usado para **reponer** el valor que tenían los registros de la **PSG** antes de usar BEEP, ya sabes que cada vez que se usa esta instrucción los registros de nuestro generador de sonido son borrados, por lo que si no reponemos su valor, el sonido cesará después de BEEP.

Unicamente nos falta dibujar la "S" que sale en el indicador, copia la línea siguiente donde están las cadenas S$, STALL y V$, EX, ésta última corresponde a la siguiente subrutina.

```
21680 REM "S" "V"
21690 S$="R3L3D3R3D2L3":V$="D4F1R1E1U4"
```

VELOCIDAD EXCESIVA (EX)

Lo que hace esta subrutina es todo lo contrario que la anterior, en este caso el acceso se produce también desde CALCULOS, línea 11650. La acción que debe realizar es **avisarnos** cuando la velocidad es más alta de la que nuestra nave puede soportar para que reduzcamos la velocidad, el sistema empleado es, como en la anterior, óptico y acústico, el indicador utilizado es el mismo que para STALL, únicamente que ahora la letra es la "V" (ya realizada), otra diferencia con la anterior subrutina es que esta tiene un contador, variable **PE**, este contador se incrementa mientras la condición existe (EX > VL), y es puesto a 0 en CALCULOS (11650) cuando desaparece (EX < VL). Si la cuenta supera el valor de 3 accedemos a la subrutina CATASTROFE, con lo cual, cuando hagamos esta subrutina, se acabaría nuestro vuelo.

Con lo anteriormente dicho no queda más que ver el flow-chart en la figura 32 y copiar las líneas correspondientes:

```
19300 REM VL EXCES
19310 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT:LINE(40,183)-
      (47,190),6,BF:PSET(42,184),15:DRAW V$:FOR R=
      1 TO 10:BEEP:FOR R2=1 TO 20:NEXT:NEXT:PE=PE+
      1:IF PE>5 THEN GOSUB 19400
19320 GOSUB 7030:SOUND 6,INT(VL/1000):SOUND 9,FA:L
      INE(40,183)-(47,190),10,BF:IF TA=1 THEN SOUN
      D 10,10
19340 IF VL>2500 THEN GOTO 19140 ELSE RETURN
```

KEY STOP

19310 SEÑAL ROJA

BEEP ⟺ GOSUB VL EX

CALCULOS

VL<EX — SI: GOSUB VL EX — NO: PE= Ø

"V"

PE+1

PE>5 — SI: CATASTROFE — NO

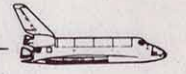
GOSUB SONIDO ⟺ SONIDO

BORRADO 19320

TA=1 — SI: SOUND 10, 10

19340 VL>250 — SI: GOTO FRENO AIRE → 19140 PUESTA Ø FRENO → RETURN — NO: RETURN

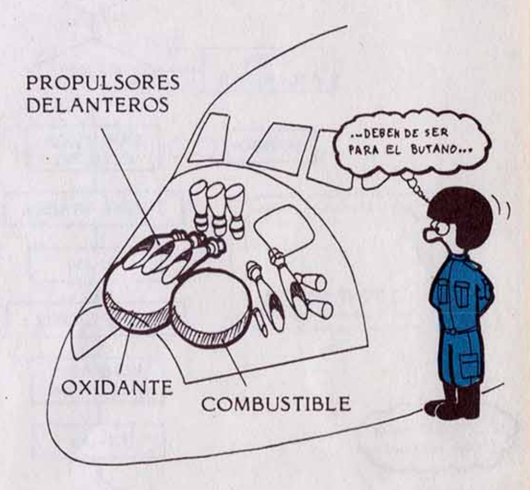
Fig. 32 Carta de flujo velocidad excesiva (EX)



FRENO COHETE

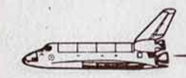
Esta subrutina es la encargada de activar los frenos cohete que nuestra nave tiene en su morro, éste es uno de los sistemas que podremos utilizar cuando recibamos el aviso de exceso de velocidad por parte de **EX**, su actuación está condiciona a la existencia de combustible en el depósito **CF** (combustible freno) y que nuestra velocidad sea más alta de 2.000 km/h.

El aspecto de este sistema es como el que está representado en el dibujo adjunto, como puedes ver hay más de un cohete, todos los de este tipo, más otros que hay en la parte posterior, se usan para posicionar la nave cuando está en órbita, nosotros vamos a controlar únicamente el conjunto superior de la parte frontal, como ves cuentan con depósito de combustible, deberemos vigilar el consumo de este depósito, pues si se nos acaba el combustible nos quedamos sin frenos...



Esta subrutina nos da varias indicaciones cuando hacemos uso de ella, la activación del registro nº 8 de la **PSG** genera un mayor volumen, este volumen es retenido por un tiempo mediante un loop, línea 19020, dándonos una señal acústica, también el indicador de combustible señalará el consumo que hacemos del mismo, pero por si esto fuera poco, en la pantalla del ordenador de abordo es mostrado un mensaje.

Este mensaje (¡seguro que te lo estás imaginando...!) está realizado usando DRAW y es de dos tipos, el primero, FRONT BRAKES, indica que los cohetes de freno delantero están activados, el segundo, NO FRONT BRAKES, se activa cuando al pulsar la tecla correspondiente (F1) no hay combustible en el depósito.

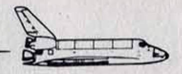


En la línea 19040 accedemos a DISPLAY para adecuar **VL** y **TP** después de activar el freno.

Con la explicación dada, y el flow-chart, no nos resta más que copiar las líneas de esta subrutina, creo que el diagrama de flujo es suficientemente explicativo por sí mismo... (¿no...?).

KEY 1
KEY STOP
CF=Ø
SI
NO FRONT BRAKES
NO
RETARDO
19010
NO FRONT BRAKES
TREN ATERRIZAJE
SI
VL<2000
BORRADO
SONIDO
EXPLOSION COHETES
VL<2000
TREN ATERRIZAJE
FRONT BRAKES
1920
RETURN
VL-250
FRONT BRAKES
VS=VL·1.00052
BORRADO INDICADOR
CF-.03
¿..Y SI USO ESTOS QUE PASA...?
VL<Ø
SI
VL=Ø
VL
NO
TP
DIBUJO INDICADOR
19030
CALCULO TP
19040
GOSUB DISPLAY VL/TP
DISPLAY VL/TP
BORRADO PANTALLA
RETURN

Fig. 33 Carta de flujo de FRENO COHETE



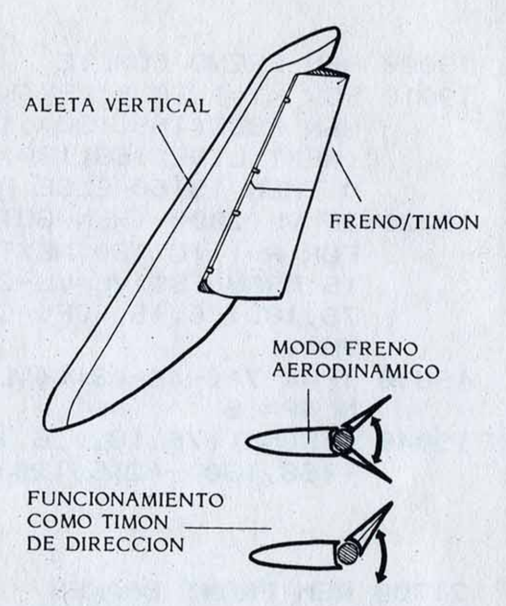
```
19000 REM FRENO COHETE
19010 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY:IF CF=<0 T
      HEN PSET(169,130),15:DRAW NB$:FOR R=1 TO 200
      :NEXT:LINE(168,130)-(215,125),1,BF:IF VL<200
      0 THEN 19150 ELSE RETURN
19020 IF VL<2000 THEN GOTO 19150 ELSE SOUND 8,11:
      FOR R=1 TO 150:NEXT:SOUND 8,6:PSET(169,130),
      15:DRAW FB$:VL=VL-250:VS=VL*1.00052:CIRCLE(1
      75,182),6,15,-CF,-CF:CF=CF-.03:IF VL<0 THEN
      VL=0
19030 TP=4.7+(-4E-03*((VL-EX)--1000)):IF TP<.5 THE
      N TP=.5
19040 CIRCLE(175,182),6,1,-CF,-CF:GOSUB 11700:LINE
      (168,130)-(215,125),1,BF:RETURN
```

```
21700 REM FRONT BRAKES
21710 FB$="U4R2L2D2R1BM+3,+2U4R2D1G1F1D1BM+2,-0R2U
      4L2D4BM+4,-0U4D1F1D1F1U4BM+2,-0R2L1D4 BM+5,-
      0U4R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U4R2D1G1F1D1BM+2,-0U4R
      2D2L1R1D2BM+2,-0U4D2E2G2F2BM+2,-0U4R2L2D2R1L
      1D2R2BM+2,-0R2U2L2U2R2"
21720 NB$="U4D1F1D1F1U4BM+2,+4R2U4L2D4BM+7,+0U4R2L
      2D2R1BM+3,-2R2L1D4 BM+6,-0U4R2D1G1F1D1L2BM+4
      ,-0U4R2D1G1F1D1BM+2,-0U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4D
      2E2G2F2BM+2,-0U4R2L2D2R1L1D2R2BM+2,-0R2U2L2U
      2R2":REM IMPULSOR
```

FRENO AERODINAMICO (FA)

Ya que estamos empeñados en parar nuestra nave, vamos a seguir con otro tipo de freno que podemos utilizar en vuelo, el aerodinámico.

Este freno está situado en el timón de cola y nos permitirá reducir nuestra velocidad de una forma constante, sin consumo de combustible, en el dibujo adjunto puedes ver cómo está construido.

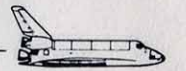


La aleta del timón esta formada por dos hojas que actúan juntas en el modo de timón, separándose entre sí cuando actúan como freno aerodinámico, este freno no es posible utilizarlo a muy alta velocidad, su uso se restringe a VL inferior a 5000 km/h., que por otro lado no está nada mal como velocidad.

Esta subrutina nos indica cuál es la abertura de nuestro timón, en el modo freno, para esto contamos con un indicador de posición en nuestro salpicadero, también nos da un mensaje en la pantalla del ordenador, indicándonos si el freno está activado, o en caso de que queramos usarlo con velocidades más altas de las permitidas, nos avisará que no es posible. Aparte de estas indicaciones, es el uso de la variable **FA** (freno aire) en CALCULOS, línea 11630, la que produce la reducción de **VL**, la posición del indicador viene dada por la variable **RF** (radio freno), esta variable es inicializada en la subrutina FINAL, líneas 19550 a la 19580.

Dado que debemos tener la posibilidad de abrir y cerrar nuestro freno, esta subrutina es accedida desde dos posiciones distintas, 19100 y 19130, como puedes ver en la declaración de la línea 22520. Según esta línea, el control queda asignado a las teclas de función números 2 y 3, veamos ahora en la figura 34 la carta de flujo.

La línea 19130 también es accedida desde VELOCIDAD EXCESIVA (EX), con el fin de poner a 0 el freno si estuviera activado.



EX

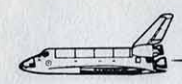
KEY STOP
19110
VL>5000
SI
NO
AIR BRAKES
FA+.5
GOSUB SONIDO
SONIDO
FA>10
SI
FA=10
RETURN
NO
BORRADO AGUJA
19120
RF+.2
DIBUJO AGUJA
RETURN

KEY 2

KEY STOP
KEY 3
FA=<ø
SI
NO
FA-.5
19130
GOSUB SONIDO
BORRADO AGUJA
RF-.2
DIBUJO AGUJA
FA>ø
SI
RETURN
NO
BORRADO PANTALLA
NO AIR BRAKES
PUESTA A ø
19140
BORRADO PANTALLA
RETURN

Fig. 34 Subrutina freno aerodinámico

Copiemos ahora las líneas de este flow-chart y los textos que usamos en la pantalla, estos textos corresponden a las cadenas AB$, "AIR BRAKES", y NA$, "NO AIR BRAKES". Pon el máximo cuidado al hacer la copia de las líneas pertenecientes a estas cadenas:



```
19100 REM FRENO AERODIN
19110 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY:IF VL>5000
       THEN GOTO 19140 ELSE PSET(175,137),15:DRAW
      AB$:FA=FA+.5:SOUND 9,FA:IF FA>10 THEN FA=10:
      RETURN
19120 CIRCLE(199,158),6,15,-RF,-RF:RF=RF+.2:CIRCLE
      (199,158),6,4,-RF,-RF:RETURN
19130 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY:IF FA=<0 T
      HEN GOTO 19140 ELSE FA=FA-.5:SOUND 9,FA:CIRC
      LE(199,158),6,15,-RF,-RF:RF=RF-.2:CIRCLE(199
      ,158),6,4,-RF,-RF:IF FA>0 THEN RETURN
19140 LINE(169,137)-(215,132),1,BF:PSET(169,137),1
      5:DRAW NA$:CIRCLE(199,158),6,15,-RF,-RF:RF=.
      09:CIRCLE(199,158),6,4,-RF,-RF:LINE(168,137)
      -(215,132),1,BF:RETURN


21750 AB$="U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4BM+2,+4U4R2D1G1F1D
      1BM+5,-0U4R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U4R2D1G1F1D1BM+
      2,-0U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4D2E2G2F2BM+2,-0U4R2
      L2D2R1L1D2R2BM+2,-0R2U2L2U2R2"
21760 NA$="U4D1F1D1F1U4BM+2,+4R2U4L2D4BM+7,+0U4R2D
      2L1R1D2BM+2,-0U4BM+2,+4U4R2D1G1F1D1BM+5,-0U4
      R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U4R2D1G1F1D1BM+2,-0U4R2D2
      L1R1D2BM+2,-0U4D2E2G2F2BM+2,-0U4R2L2D2R1L1D2
      R2BM+2,-0R2U2L2U2R2":REM TREN ATERR
```

IMPULSOR COHETE

Así como hay veces en las cuales necesitamos frenar, también las habrá en que nos haga falta lo contrario, acelerar. Para este fin contamos con dos potentes motores cohetes, los mismos que sirvieron para frenar la nave cuando estaba en órbita (ver el capítulo 1, pág. 9), estos motores son de una gran potencia y después de la operación de freno el combustible que nos queda para ellos es escaso.

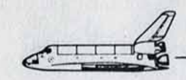
El cometido de esta subrutina es similar a la de FRENO COHETE, por un lado nos indica el combustible que nos queda, no activando el impulsor en el caso de que estemos a 0, y por otro lado incrementa **VL** en 150 km/h. cada vez que la utilizamos, como en la anterior, también recibimos mensajes en la pantalla de nuestro ordenador. Dicho esto, veamos en la figura 35 la carta de flujo:

KEY STOP
CL=<.1 — SI → NO IMPULSOR
NO
VL<500 — SI → RETORNO
NO
GOSUB SONIDO ⟺ SONIDO
IMPULSOR
VL+150 19270
VS · .99952
BORRADO AGUJA
CL - .3 19280
DIBUJO AGUJA
GOSUB DISPLAY ⟺ DISPLAY (VL)
BORRADO
RETURN

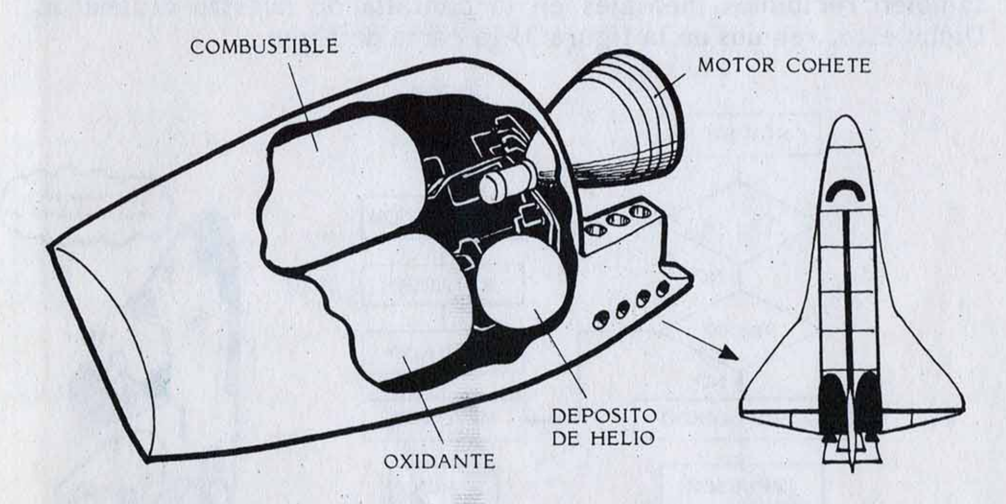
KEY 5
NO IMPULSOR
RETARDO 19260
BORRADO
RETORNO

¡..ME PARECE QUE ME HE PASADO UN PELO..!
BRROOOMMM

Fig. 35 Carta de flujo IMPULSOR

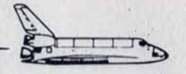


Después de las anteriores, ésta no requiere mayor explicación, diremos únicamente que la variable del indicador de combustible es **CI** y que como ves, esta subrutina no puede ser activada con VL < 500 km./h.




```
19250 REM IMPULS COHET
19260 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY:IF CI=<.1
      THEN PSET(172,130),15:DRAW NI$:FOR R=1 TO 20
      0:NEXT:LINE(168,130)-(215,125),1,BF:RETURN
19270 IF VL<500 THEN RETURN ELSE SOUND 8,15:SOUND
      9,15:FOR R=1 TO 150:NEXT:SOUND 8,6:SOUND 9,F
      A:PSET(177,130),15:DRAW I$:VL=VL+150:VS=VL*.
      99952:CIRCLE(199,182),6,15,-CI,-CI:CI=CI-.3:
      IF CI<.1 THEN CI=.1
19280 CIRCLE(199,182),6,1,-CI,-CI:GOSUB 11700:LINE
      (168,130)-(215,125),1,BF:RETURN

21730 I$="U4BM+2,-0D4U1R2U3D4BM+2,-0U4R2D2L1BM+3,-
      2D4R2U4BM+2,-0D4R2BM+2,-0R2U2L2U2R2BM+2,-0R2
      D4L2U4BM+4,+4U4R2D1G1F1D1"
21740 NI$="U4D1F1D1F1U4BM+2,+4R2U4L2D4BM+7,+0U4BM+
      2,-0D4U1R2U3D4BM+2,-0U4R2D2L1BM+3,-2D4R2U4BM
      +2,-0D4R2BM+2,-0R2U2L2U2R2BM+2,-0R2D4L2U4BM+
      4,+4U4R2D1G1F1D1":REM AIR BRAKES
```



TREN DE ATERRIZAJE (TA)

No creo que sea necesario a estas alturas explicar a unos expertos como nosotros qué es el tren de aterrizaje de un avión... Pues como es de suponer, nuestro **Columbia** posee uno y en nuestro tablero de mandos tenemos un indicador de su posición, ON bajado y OFF cuando está subido, el tren de aterrizaje impone un freno a nuestra nave cuando le bajamos para aterrizar, CALCULOS 11630 (TA), por lo tanto debemos restringir su uso a cuando estamos próximos a tierra, pero no tan próximos que sea imposible utilizarlo... Debido a que la altura y la velocidad máxima están relacionadas (EX), hemos hecho que el accionamiento de esta subrutina se realice con una tecla común para otra, me refiero a FRENO COHETE, si miras la figura 33 observarás que en el caso de que la velocidad sea inferior a 2.000 km./h. somos conducidos a esta subrutina desde aquélla, verificando posteriormente si la altura es la correcta.

Una particularidad de este programa es la de realizar de forma alternativa dos funciones como respuesta a la misma entrada o input, pero esto lo vemos mejor en la carta de flujo de la figura 36.

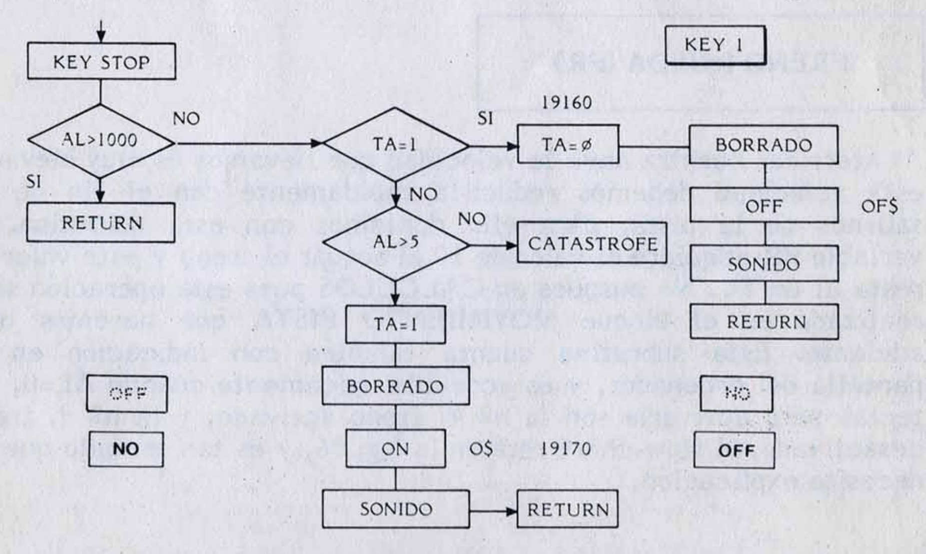


Fig. 36 Tren de Aterrizaje

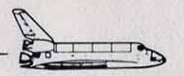
Como puedes ver, la variable **TA** cambia de valor cada vez que accedemos la subrutina, y dependiendo de este valor es la acción que realiza, bajar o subir las ruedas, copia las líneas de esta carta de flujo y las correspondientes a los textos:

```
19150 REM TRN ATERRZ
19160 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY:IF AL>1000
      THEN RETURN ELSE IF TA=1 THEN TA=0:LINE(168
      ,162)-(183,166),4,BF:PSET(171,166),15:DRAW O
      F$:SOUND 10,16:FOR R=1 TO 2000:NEXT:SOUND 10
      ,6:RETURN
19170 IF AL<5 THEN GOSUB 19400 ELSE TA=1:LINE(168,
      162)-(183,166),8,BF:PSET(173,166),15:DRAW O$
      :SOUND 10,16:FOR R=1 TO 2000:NEXT:SOUND 10,1
      0:RETURN

21770 O$="R2U4L2D4BM+4,-OU4D1F1D1F1U4":OF$="R2U4L2
      D4BM+4,+OU4R2L2D2R1BM+3,+2U4R2L2D2R1":REM FR
      ENO RUEDA
```

FRENO RUEDA (FR)

Al aterrizar nuestra nave la velocidad que llevamos es muy elevada, esta velocidad debemos reducirla rápidamente con el fin de no salirnos de la pista, para ello contamos con esta subrutina, la variable **FR** adquiere el valor de 10 al actuar el freno y este valor se resta al de **VL**. No busques en CALCULOS pues esta operación será realizada en el bloque MOVIMIENTO PISTA que haremos más adelante. Esta subrutina cuenta también con indicación en la pantalla del ordenador, y es accedida únicamente cuando **AL**=0, las teclas para activarla son la nº 4, freno activado, y la nº 9, freno desactivado, el flow-chart está en la fig. 36, y es tan sencillo que no necesita explicación.



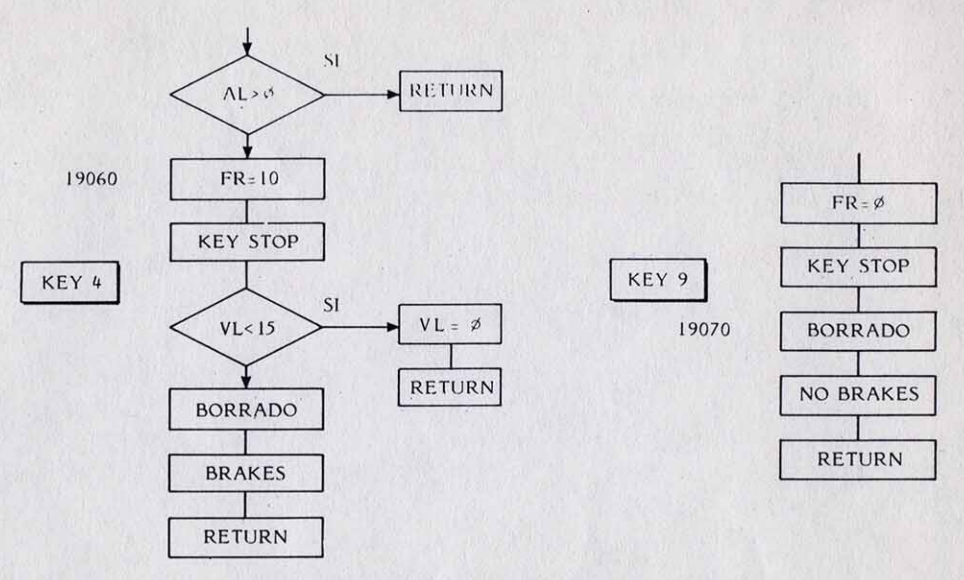


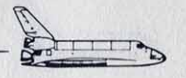
Fig. 36 Subrutina FRENO RUEDA

```
19050 REM FRENO RUEDA
19060 IF AL >0 THEN RETURN ELSE FR=10:FOR KY=1 TO
      5:KEY(KY)STOP:NEXT KY:IF VL<15 THEN VL=0 ELS
      E LINE(184,123)-(210,118),1,BF:PSET(185,123)
      ,15:DRAW F$:RETURN
19065 RETURN
19070 FR=0:KEY(2)STOP:KEY(3)STOP:PSET(180,123),15:
      DRAW F$:LINE(168,123)-(215,118),1,BF:RETURN
19080 RETURN

21780 F$="U4R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U4R2D1G1F1D1BM+2,-0
      U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4D2E2G2F2BM+2,-0U4R2L2D2
      R1L1D2R2BM+2,-0R2U2L2U2R2"
21790 RETURN
```

Con esta subrutina finalizamos este capítulo, salva el programa bajo el nombre de LAND9 y no te olvides de...

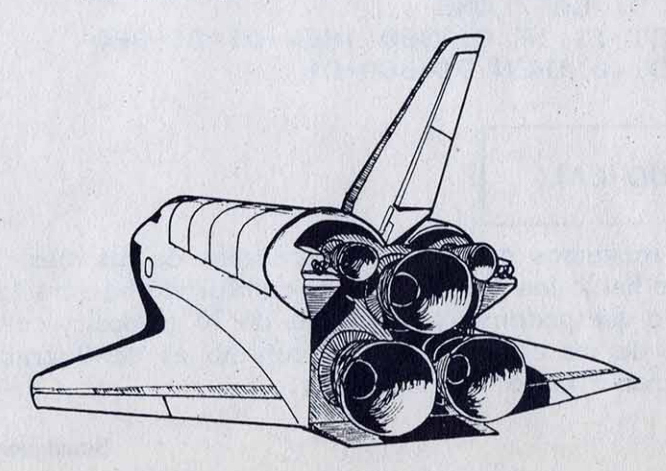
CSAVE "LAND9"

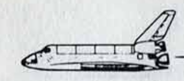


Orientándonos con nuestra nave

La entrada del **Columbia** en la atmósfera se produce aproximadamente en la vertical de Ciudad de México, después deberemos atravesar el golfo del mismo nombre para dirigirnos a Cabo Kennedy, que es donde aterrizaremos. La situación de esta base es 28 grados 28 minutos latitud Norte, y 80 grados 33 minutos longitud Oeste.

Como puedes suponer, en una nave como ésta se cuenta con sistemas de orientación muy sofisticados, nosotros no podemos reproducirlos todos, pero vamos a contar con los principales, brújula para la dirección, e indicación continua de nuestra latitud y longitud, esto último es un refinamiento que no todos los simuladores comerciales tienen. Para sacar el máximo rendimiento a estas indicaciones es necesario contar con un mapa de la zona, como el que puedes ver en el apéndice, este mapa es para utilizarlo una vez que acabemos con el programa... ¡que, aunque no te lo creas, ya falta menos...!

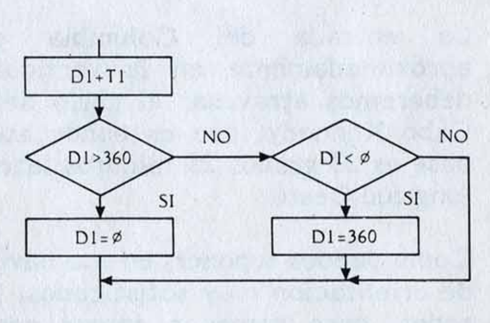




DIRECCION (DI)

El cálculo de rumbo que llevamos es muy sencillo, sabiendo cuál es nuestro curso actual le sumaremos o restaremos, los grados que tenga nuestro timón, como esta operación se hace de forma continua cada vez que accedemos a esta subrutina nuestra dirección estará cambiando mientras nuestro timón (TI) no tenga un valor 0.

Lo único que tendremos que hacer es tener en cuenta los límites máximo y mínimo, estos límites no son más que los del círculo, 0 y 360 grados, por lo tanto cada vez que el valor de **DI** sea superior a 360 (se incrementa de grado en grado) deberá convertirse en 0, y lógicamente, cada vez que sea inferior a 0 se convertirá en 360. Esto lo puedes ver de una forma gráfica en la carta de flujo adjunta.

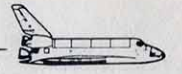


Carga ahora el programa (LAND9) y copia las líneas correspondientes a estos cálculos.

```
13000 REM DI/LAT/LONG
13010 DI=DI+TI:IF DI>360 THEN DI=DI-360
13020 IF DI<0 THEN DI=360+DI
```

LATITUD (LA)

Cuando nos movemos en la misma dirección de los meridianos, es decir desde o hacia los polos, estamos cambiando nuestra latitud, el valor máximo que podemos alcanzar es de 90 grados, y corresponde a **cualquiera** de los ejes polares, el mínimo es de 0 grados, y es obtenido cuando estamos en el Ecuador.



La medida de latitud contempla la tierra dividida en dos partes o hemisferios, el hemisferio Norte y el hemisferio Sur. Esto que parece una clase de geografía no es más que la introducción para meternos en un **difícil** problema (¡Al fin uno difícil...!).

No te asustes, que a pesar de todo, nosotros lo vamos a resolver... ¡faltaría menos...! El problema consiste en determinar nuestra latitud a partir de un punto y la dirección que llevemos. Bueno, como parece que nos estamos liando, vamos a ver la figura 37 para que nos sirva de soporte a nuestras explicaciones:

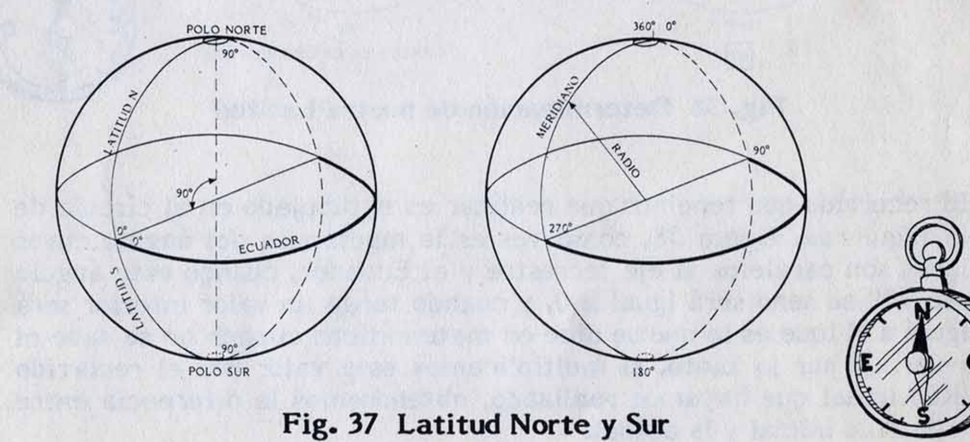
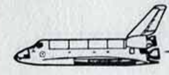


Fig. 37 Latitud Norte y Sur

En esta figura hemos representado nuestro globo dividido por el Ecuador, señalando el ángulo de 90° que forma su eje con el radio de éste, como ya dijimos el ángulo máximo para la latitud es 90°, sin embargo, en nuestra brújula tenemos 360°. Estos grados corresponden al círculo formado por una circunferencia que tenga como diámetro el eje de la tierra, luego entonces tenemos dos circunferencias concéntricas con distintas divisiones, de 0 a 360° para nuestra brújula, y otra dividida en cuatro sectores de 0 a 90° cada uno, para la latitud.

El sistema para determinar nuestra latitud, comienza por contemplar la tierra como un círculo, con ambos polos en los extremos del diámetro, figura 38.



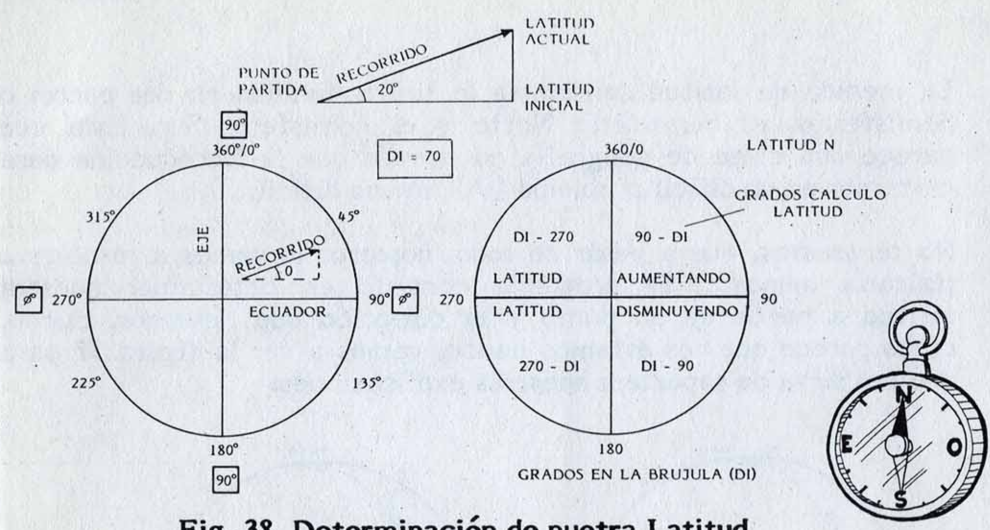
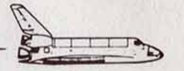


Fig. 38 Determinación de nuetra Latitud

El recorrido que tenemos que realizar es el dibujado en el círculo de la izquierda, figura 38, como ves es la hipotenusa del ángulo cuyos lados son paralelos al eje terrestre y al Ecuador, cuando este ángulo sea 90° su seno será igual a 0, y cuando tenga un valor inferior será igual a X (que es lo que se dice en matemáticas cuando no se sabe el valor...), por lo tanto, si multiplicamos este valor por el recorrido (RE) lineal que hayamos realizado, obtendremos la diferencia entre la latitud inicial y la actual.

Pero dado que los ángulos con los que debemos hacer los cálculos no pueden ser superiores a 90º, lo primero que debemos hallar es el ángulo que corresponde a nuestra fórmula según la dirección que llevemos, esto es lo que tienes representado a la derecha de la figura 38. Dependiendo del valor de **DI** se efectúa una resta para que siempre salga un número menor o igual a 90.

Dependiendo de que nuestra trayectoria nos aleje o nos acerque al Ecuador, así sumaremos o restaremos grados a nuestra latitud, el programa está preparado para darnos información en el hemisferio Norte, pero no hay inconveniente, si tú quieres ampliarlo, para que sirva también en el Sur, en ese caso el aumento y disminución de grados tendría que estar invertido.



¡Vaya rollo que nos estamos marcando...! Pues aunque no te lo creas, el programa está "simplificado" y no tenemos en cuenta que la tierra es esférica. Bueno, vamos a continuar porque a este paso no acabamos, en la figura 39 tienes el flow-chart correspondiente, en este mismo dibujo están los valores en metros que damos a un grado, un minuto y un segundo (°, ', ").

13060 D1>=Ø — SI → GT=90-D1 / NO
13070 D1>=90° — SI → GT=D1-90 / NO
13080 D1>=180° — SI → GT=270-D1 / NO
13090 D1>=270° — SI → GT=D1-270 / NO

OBTENCION ANGULO>=90°

13100 GT=Ø — SI → GT=.Ø1 / NO

CL=RE·SIN(GT/57.296)

13110 D1<180 — SI → CL=-CL (LAT SUR) / NO (LAT NORTE)

13120 CL=ABS(CL)

STICK ⟺ GOSUB STICK

CALCULO NUEVA POSICION LATITUD

13130 MT+CL

MT<Ø — SI → MT+111111 → LA-1 / NO

GRADOS DISPLAY

13140 MT>111111 — SI → MT-111111 → LA+1 / NO

CT=INT(MT/1851) MINUTOS DISPLAY

13150 PL=INT(MT-52851) POSICION LATERAL PISTA

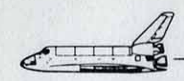
1°= 111111m.
1'= 1851m.
1''= 30.85m.

(RE) RECORRIDO
GT
CL

¡..PUES A PESAR DE TODO YO ESTOY PERDIDO...!

..TOTALMENTE..

Fig. 39 Carta de Flujo Latitud



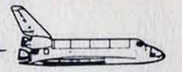
Las variables empleadas son las siguientes: **GT** grados rumbo, **CL** cálculos latitud, **MT** minutos latitud, **LA** grados latitud, **CT** se utiliza para obtener el valor entero (INT) en minutos, **PL** será usada posteriormente para determinar la posición relativa de la nave con respecto a la pista. Como verás **MT** es la variable de la cual obtenemos nuestra indicación, a esta variable se le suma **CL**, que puede ser negativo (caso actual), o positivo (dirigiéndonos hacia el Sur), cuando, como en nuestro caso, **MT** < 0 automáticamente **LA** se decrementa en un grado y **MT** vuelve a adquirir su máximo valor, 111111 m., **LA** y **CT** son las variables que serán empleadas en DISPLAY. Copia ahora las líneas correspondientes a este bloque:

```
13050 REM LATITUD
13060 IF DI>=0 THEN GT=90-DI
13070 IF DI>=90 THEN GT=DI-90
13080 IF DI>=180 THEN GT=270-DI
13090 IF DI>=270 THEN GT=DI-270
13100 IF GT=0 THEN GT=.01
13110 CL=RE*SIN(GT/57.296):IF DI>90 AND DI<270 THE
      N CL=-CL:GOTO 13130:REM
13120 CL=ABS(CL):GOSUB 11100:REM LAT NORTE
13130 MT=MT+CL:IF MT<0 THEN MT=MT+111111!:LA=LA-1:
      GOTO 13150
13140 IF MT>111111! THEN MT=MT-111111OkLA=LA+1
13150 CT=INT(MT/1851):PL=INT(MT-52960!)
```

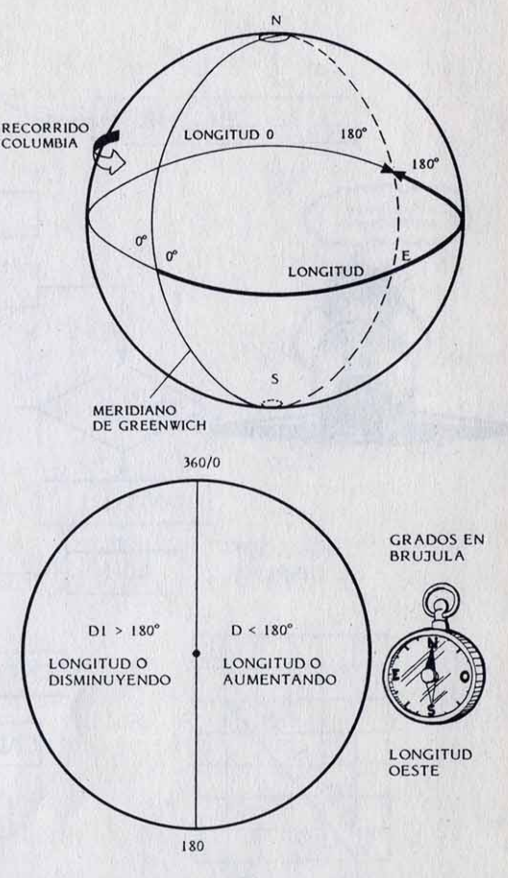
LONGITUD (LO)

Pues a pesar del nombre de este capítulo parece que no acabamos de "orientarnos..." No te preocupes que esta parte es más sencilla, sobre todo después de haber hecho la anterior.

La longitud viene determinada por nuestra posición en un paralelo (no, el de Barcelona es otra cosa...), y como nos ocurría antes con la latitud, aquí también dividimos nuestra tierra en dos, Este y Oeste (nada que ver con la política de bloques...)



En la figura adjunta tienes representado a nuestro planeta dividido en dos secciones, sólo que esta vez la división la efectúan los meridianos en lugar del ecuador, al estar dividida en dos la circunferencia que forma el ecuador, cada una de sus mitades tiene 180º pero como puedes ver en el dibujo, la dirección de las dos semi-circunferencias es opuesta entre sí, ambas comienzan en el mismo meridiano, el 0 o meridiano de Greenwich.



Aquí no es necesario hacer la discriminación previa que realizamos anteriormente para determinar el ángulo empleado en nuestros cálculos, nos moveremos únicamente en la parte **Oeste**, para decidir si nuestra latitud aumenta o disminuye; lo único que deberemos hacer es comprobar si DI es mayor o menor de 180º.

En la figura 40 tienes la carta de flujo de este programa y más abajo las líneas del mismo, las variables empleadas tienen la misma significación que la de LATITUD, **MN** equivale a **MT**, **CN** a **CT**, **LO** es la empleada para los grados y **CN** para los minutos.

Dado el espacio terrestre donde nos vamos a mover, y la proximidad del mismo al ecuador, toda la formulación ha sido hecha en la hipótesis de que la superficie a cubrir es plana, y por tanto, la distancia entre meridianos no varía con la latitud, realmente la variación no es muy apreciable en nuestro recorrido y así hemos podido simplificar, y "acelerar", el programa.

CL=RE·COS(GT/57296)

13210

DI<180

NO

CL=ABS(CL)

SI

CL=-CL

MN+CL

13230

¿.. PERO CUANDO ATERRIZAMOS...?

MN>111111

NO

MN=<Ø

NO

13220

SI

SI

MN-111111

MN+111111

GRADOS DISPLAY

L0-1

L0+1

CNT=INT(MN/1851)

MINUTOS DISPLAY

CALCULAR AM

RETURN

(RE) RECORRIDO

GT

CL

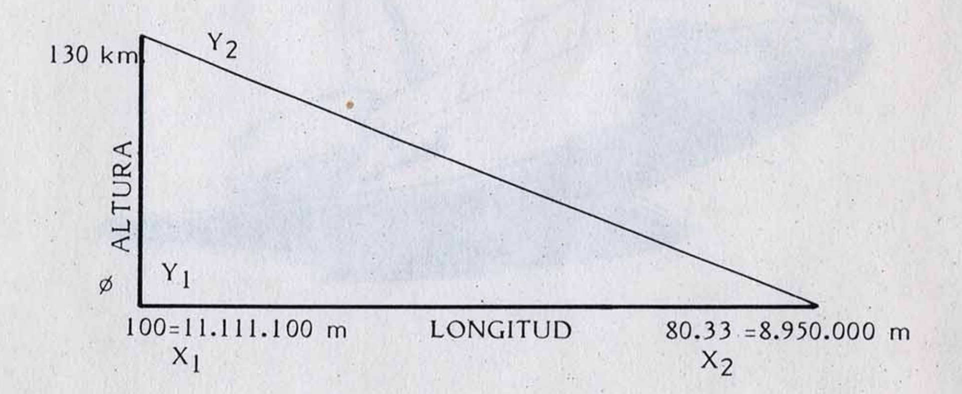
Fig. 40 Carta de Flujo LONGITUD OESTE

```
13200 REM LONGITUD
13210 CL=RE*COS(GT/57.296):IF DI<180 THEN CL=-CL E
      LSE CL=ABS(CL)
13220 MN=MN+CL:IF MN>111111! THEN MN=MN-111111!:LO
      =LO+1:GOTO 13240:REM LO ESTE
13230 IF MN=<0 THEN MN=MN+111111!:LO=LO-1:REM LO O
      ESTE
13240 CN=INT(MN/1851):AN=INT(((.06*(LO*111111!+MN-
      8950000#))-AL)/66)
13250 RETURN
```

La variable **GT** no es necesario calcularla esta vez, nos sirve la anterior, únicamente que con el mismo ángulo ahora calculamos el otro cateto (en el buen sentido...), para lo cual empleamos la función coseno (COS) en lugar de seno.

Cuando empecemos a pilotar nuestra nave, uno de los problemas que nos surgirá será el de saber si en un punto determinado del recorrido, nuestra altura es la correcta. Esto lo solucionamos con la variable AN, esta variable es el resultado de aplicar la **interpolación lineal** de acuerdo con el triángulo del dibujo.

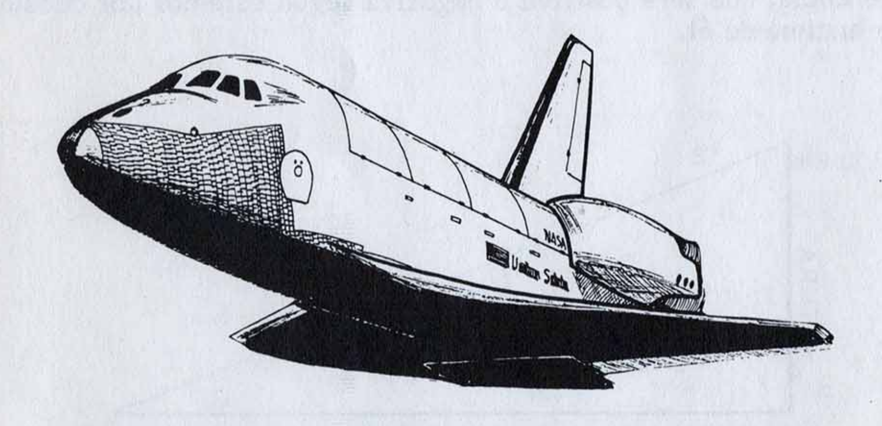
Como puedes ver, el ángulo está formado por el **recorrido** y la **altura**, el valor de X1 corresponde a nuestra **Longitud** inicial, LO=100*111111, mientras que X2 es el valor de **LO** en la cabecera de pista, sabiendo que entre los extremos de este recorrido la altura debe ser la reflejada en el dibujo, no nos queda más que aplicar la fórmula para saber qué altura deberemos tener en cualquier punto intermedio. Si restamos a este valor el de **AL**, obtendremos una diferencia, que será positiva o negativa según estemos por debajo, o por encima de él.



AN=INT(((.06*(LO*111111+MN-8950000))-AL)/66)

En el mismo dibujo está la fórmula; la división por 66 es con el fin de adecuar el resultado a los desplazamientos del indicador, este estará preparado para señalarnos diferencias de altura, en ambos sentidos, de hasta 1.000 m., nosotros por nuestra parte trataremos de situarlo en su posición neutral mediante el uso del elevador. En el siguiente capítulo veremos funcionar esta parte del programa, ahora sálvale con el nombre de "LAND10" y pasemos al capítulo 12.

CSAVE "LAND10"



Display 2.ª parte

Después de lo que nos ha costado el capítulo anterior, resulta que no podemos ver sus resultados porque nos falta esta parte, pues sin más dilación vamos a poner manos a la obra para ver nuestras indicaciones de posición; empecemos por nuestra brújula. En la figura 41 tienes la carta de flujo correspondiente, dada su sencillez ni te la comento, carga el programa anterior (LAND10) y copia las líneas de esta parte.

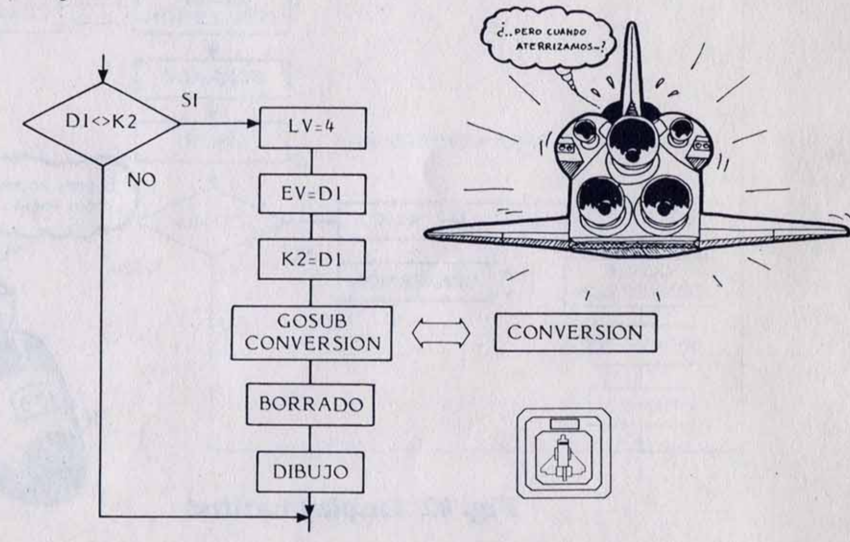


Fig. 41 Display Dirección (DI)

```
11950 REM DIRECC
11960 IF DI<>K2 THEN LV=4:EV=INT(DI):K2=DI:GOSUB 1
      2500:LINE(101,147)-(114,151),1,BF:PSET(103,1
      51),15:DRAW"BM-3,-0"+D$(D3)+D$(D2)+D$(D1)
```

LATITUD (LA/CT)

Este bloque no tiene tampoco nada en especial, nos limitamos a comprobar que los valores de **LA** o **CT** han cambiado, para hacer el display de los nuevos, la subrutina CONVERSION es utilizada para este fin, como ya lo fue en DIRECCION y VV, en la figura 42 tienes la carta de flujo, que como ves es muy sencilla:

GOSUB STICK ⇔ STICK
LA<>K3 (NO / SI)
K3=LA → LV=4 → EV=LA
GOSUB CONVERSION ⇔ CONVERSION
BORRADO
DIBUJO
CT<>K4 (SI / NO) 12020
VARIABLES PARA CONVERSION
K4=CT → LV=3 → EV=CT
GOSUB CONVERSION ⇔ CONVERSION
BORRADO
DIBUJO

¡.. PUES YO ATERRIZO COMO PUEDA ...!

Fig. 42 Display Latitud

```
12000 GOSUB 11100:REM LAT(LA/CT)
12010 IF LA<>K3 THEN K3=LA:LV=4:EV=LA:GOSUB 12500:
      LINE(181,104)-(194,109),1,BF:PSET(183,109),1
      5:DRAW "BM-2,-0"+D$(D3)+D$(D2)+D$(D1)
12020 IF CT<>K4 THEN K4=CT:LV=3:EV=CT:GOSUB 12500:
      LINE(195,104)-(205,109),1,BF:PSET(195,109),1
      5:DRAW D$(D2)+D$(D1)
```

INDICADOR DE PISTA

No, no se trata de un perro de caza, este indicador está sobre el horizonte artificial y tiene una aguja en el centro, esta aguja se desviará hacia el mismo sitio en que lo haga la pista (o para el contrario de donde lo hace la nave) cuando estamos en la "aproximación", vamos a dejar para más adelante su explicación, de momento aquí tienes el flow-chart y las líneas correspondientes. Si quieres ver cómo funciona, arranca el programa en el número 5, la aguja está en el centro, varía ahora la dirección y comprobarás cómo la aguja se desvía, trata de situarla de nuevo en el centro y podrás apreciar que eso de girar por las buenas no es tan fácil de corregir después...

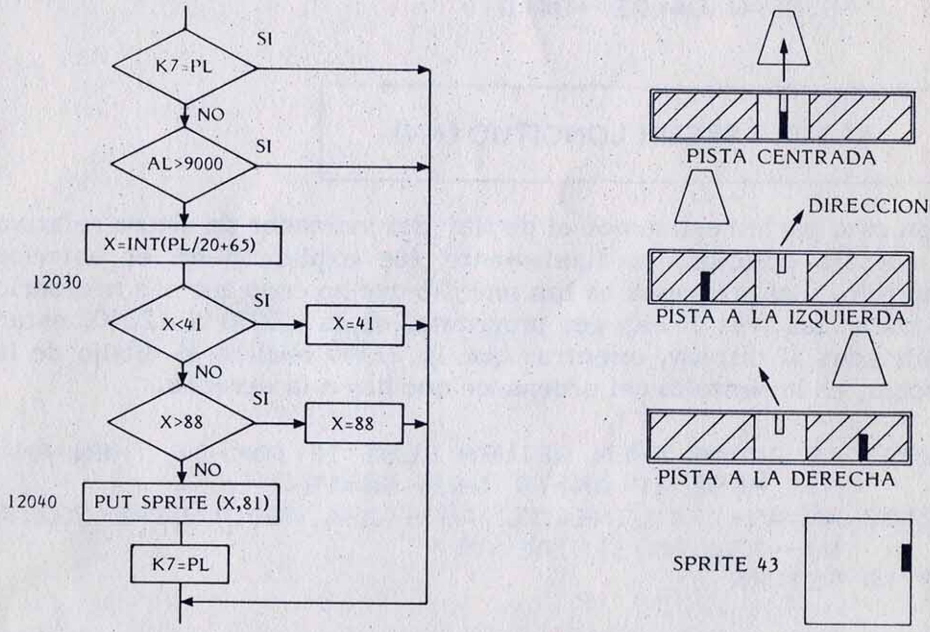
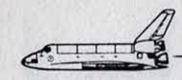


Fig. 43 Indicador de pista

```
12030 IF K7=PL OR AL>9000 THEN GOTO 12050 ELSE X=I
      NT(PL/20+65):IF X<41 THEN X=41 ELSE IF X>88
      THEN X=88
```



LONGITUD (LO/CN)

Este bloque es exactamente igual a LATITUD, únicamente cambian las variables empleadas, pero por lo demás no hay diferencia, por lo tanto no vamos a reproducir su carta de flujo que es exacta a la de la figura 42. Copia estas líneas y compáralas con las 12000 a 12020.

```
12050 REM LONG(LO/CN)
12060 IF LO<>K5 THEN K5=LO:LV=4:EV=LO:GOSUB 12500:
      LINE(181,111)-(194,116),1,BF:PSET(183,116),1
      5:DRAW "BM-2,-0"+D$(D3)+D$(D2)+D$(D1)
12070 IF CN<>K6 THEN K6=CN:LV=3:EV=CN:GOSUB 12500:
      LINE(195,111)-(205,116),1,BF:PSET(195,116),1
      5:DRAW D$(D2)+D$(D1)
```

ALTURA SEGUN LONGITUD (AN)

Con esta parte realizamos el display del indicador de altura relativa a nuestra posición, su fundamento fue explicado en el anterior capítulo, y el programa es tan sencillo que no creo que sea necesario explicar las tres líneas del programa, de la 12090 a 12110, están dedicadas al display, mientras que la 21340 realiza el dibujo de la escala, en la pantalla del ordenador que hay a la derecha.

```
12090 IF AN=AG THEN RETURN ELSE IF AN<-15 THEN AN=
      -15 ELSE IF AN>15 THEN AN=15
12100 AN=AN+174:LINE(232,AG)-(234,AG),1:LINE(232,A
      N)-(234,AN),15:AG=AN
12110 RETURN

21340 FOR R=160 TO 188 STEP 2:PSET(228,R),11:NEXT:
      A$="R2BM-0,+15L2BM-0,+15R2":PSET(228,159),11
      :DRAW A$
```

Arranca ahora el programa y elige el menú 2, sitúate en un rumbo de 90º, ten en cuenta que no debes girar mucho el timón, pulsa la tecla de dirección correspondiente hasta que veas **inclinarse** el horizonte, no pulses más la tecla y vigila la brújula, cuando veas que alcanza los 90º pulsa la tecla contraria hasta que quede el horizonte **equilibrado.** Ahora podrás ver cómo la latitud permanece fija mientras varía la longitud, haz la misma prueba con un rumbo de 180º, en este caso será la latitud la que varíe, quedando fija la longitud, en el caso de que esto no suceda revisa el listado del capítulo 11.

A pesar de no contar todavía con la pista, puedes hacer pruebas de aterrizaje, elige el menú 5, y sin cambiar la dirección trata de llegar a la posición 28º 28' latitud N, y 80º 33' longitud O, ésta es la posición del comienzo de la pista de aterrizaje, a partir de este punto cuentas con 7.400 m. para posarte y parar la nave (la pista original es de 4.000 m.).

La toma de tierra debe hacerse a menos de 4 m.p.s. (VV) con una velocidad que no debe exceder los 450 km/h., como ocurría con el timón, no debes aplicar demasiado elevador para corregir el descenso, con esto lo único que conseguirás es tener que estar corrigiendo constantemente y hacer entrar en pérdida a la nave, comprueba cómo afecta en el descenso el accionamiento del tren de aterrizaje.

Puedes probar a orientarte desde la fase de entrada en la atmósfera (2) con el fin de relacionar el rumbo con la posición, bueno, ya tenemos realizadas todas las funciones de nuestra nave, en el próximo capítulo podremos ver nuestra pista de aterrizaje mientras nos aproximamos a ella, salva ya esta parte con el nombre de "LAND11".

CSAVE "LAND11"

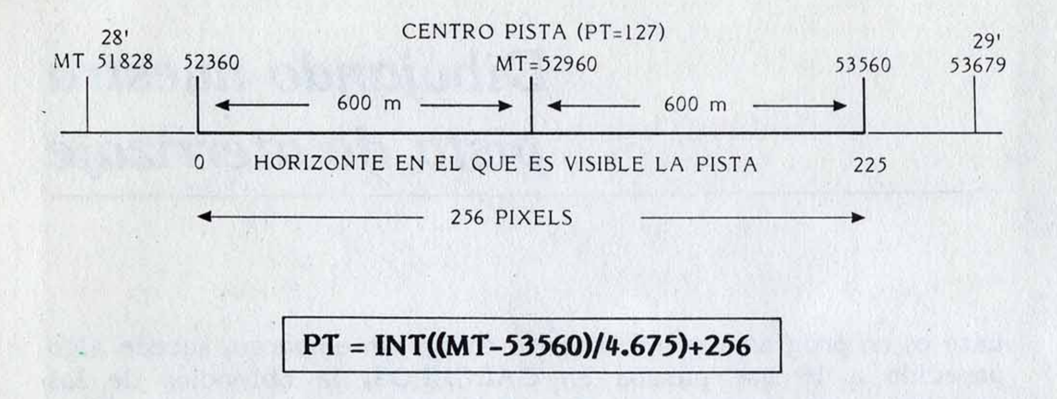
Dibujando nuestra pista de aterrizaje

Este es un programa relativamente corto; sin embargo, sucede algo parecido a lo que pasaba en CALCULOS, la obtención de las variables que determinan el posicionamiento de nuestra pista merece un tratamiento especial, por lo tanto vamos a analizar cada una de ellas para una mejor comprensión del programa.

En la realización de esta parte se ha buscado mantener aquellos parámetros fundamentales en la simulación de la pista, procurando al mismo tiempo la máxima simplificación, y como prólogo ya está bien con lo dicho. Empecemos con las dos primeras variables.

PUNTO DE REFERENCIA HORIZONTE (PT, PV)

Para determinar la posición de nuestra pista utilizaremos un punto de referencia en el horizonte, este punto vendrá determinado por dos coordenadas, la horizontal **PT**, y la vertical **PV**. Comencemos por **PT**, lo primero que debemos establecer es el margen en el cual nuestra pista será visible en la pantalla. Después de una serie de pruebas, el margen quedó establecido en 600 m. de desplazamiento a partir del centro, es decir, vista desde nuestra nave la línea del horizonte, cuando aparece la pista, tiene una longitud de 1.200 m., lógicamente esta medida debe cambiar con la altura, por lo que haremos que la pista sea visible a partir de una determinada altura, y que su tamaño varíe con ésta. Pero esto lo examinaremos más adelante, ahora vamos a ver la figura 44.

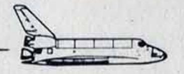


PT = INT((MT-53560)/4.675)+256

Fig. 44 Posicionamiento lateral de la pista (PT)

Como vimos en el capítulo anterior, la orientación de nuestra pista es de 90º, es decir, la latitud es constante a lo largo de ella, esta latitud es de 28º 28' y **aproximadamente** 30", en el capítulo 11, figura 39, veíamos que la variable **MT** correspondía a los minutos de latitud y que un minuto equivalía a 1.851 m., luego si multiplicamos el valor en minutos de la situación de nuestra pista, y le sumamos los segundos, obtendremos un valor igual al que tendrá MT en el momento de estar **en línea** con ella. Este valor sería 52753.5 (28*1851+925,5), pero nosotros emplearemos 52960, que equivale a 28º 28' 36", aproximadamente.

Ahora debemos fijar el margen de visión lateral, sabiendo que éste es de 600 m., sumaremos y restaremos esta cantidad a 52.960, con lo que obtenemos 53.560 y 52.360, respectivamente. El paso siguiente es situar estos 1.200 m. dentro del margen de los 256 pixels que tiene nuestra pantalla, para lograrlo dividiremos 1.200 por 256, 1.200/256=4.685; este resultado lo transformaremos en 4.675 por cuestiones prácticas. Si ahora restamos a MT el valor más alto de nuestro horizonte (53560) y lo dividimos por este número, veremos que para valores de MT, comprendidos entre 52360 y 53560, obtenemos cocientes de -256 a 0, si a estos resultados les sumamos 256 obtendremos 0 y 256, respectivamente.



Realiza esta operación con un valor de MT=52960, es decir, el centro de nuestra pista (MT-53560/4.675+256), el resultado será 127, o lo que es lo mismo, la mitad de nuestra pantalla.

La fórmula queda tal como está representada en la figura 44. El principio seguido para hacer el INDICADOR DE PISTA -figura 43- líneas 13150 y 12030, es el mismo, la única diferencia es que en la línea 12030 **PL** es dividido por 20, en lugar de 4.675, y que le sumamos 95 en vez de 256, esto no es más que para adecuar el valor de X al ancho y posición del instrumento donde debe moverse el sprite.

Como puedes ver, la fórmula es sencilla... ¡Pero el galimatías para explicarla no tanto...! Vamos a ver si con la siguiente variable conseguimos ser más concisos.

PV = PI - INT ((PI-PD)/256*PT)

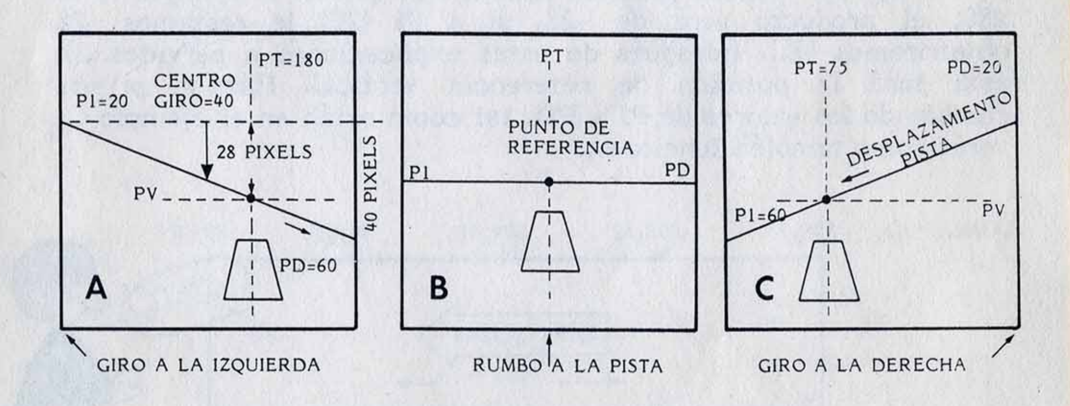
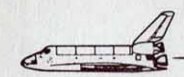


Fig. 45 Posición vertical del punto de referencia (PV)



Dado que nuestro horizonte se inclina, debemos conseguir que la pista **siga** esas inclinaciones, es decir, que la referencia vertical con respecto al horizonte no varíe, por aquello de que un dibujo vale más que mil palabras, en la figura 45 tienes representado lo que debemos lograr que haga nuestra pista cuando giramos, en esta misma figura está representada la fórmula empleada para determinar el punto de referencia.

Tomemos como ejemplo la figura A, nuestra nave está girando hacia la izquierda y la pista se desplaza hacia la derecha, el horizonte está inclinado y nosotros debemos mantener la distancia que hay entre él y la pista, por lo tanto la pista debe bajar, el valor de **PI** (pista izda.) es 20 y el de **PD** (pista dcha.) lógicamente es 60, ya que el centro tiene un valor fijo de 40.

Si restamos a **PI** (20) **PD** (60) obtendremos -40, esta diferencia está distribuida en una línea de 256 pixels, de manera que en la parte izquierda (tomada como referencia) este valor sea 0 y en la derecha -40, dividiendo esta diferencia por 256 obtendremos el porcentaje que le corresponde a cada pixel. Si ahora multiplicamos este porcentaje por nuestra posición lateral **PT**, que en el ejemplo A es 180, el producto será de -28, si a **PI** (20) le restamos -28 obtendremos 48... (¡después de estas explicaciones a párvulos...!), ésta será la posición de referencia vertical. Haz la prueba cambiando los valores de **PI** y **PD**, tal como están en el ejemplo C, verás como también funciona...

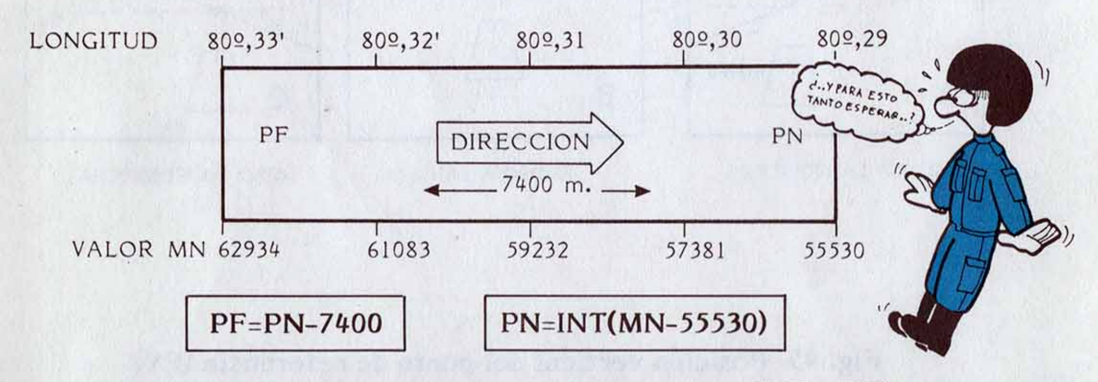


Fig. 46 Posiciones frontal y final de la pista (PF y PN)

El inicio y final de nuestra pista, y por lo tanto su longitud, están determinados por dos variables, **PF** para el principio, y **PN** para el final, en la figura 46 están representados los valores de longitud que corresponden a ambos extremos. Como vemos, el final corresponde a 89º 29', con un valor para **MT** de 55.530, luego si a **MT** le restamos este valor, cuando la diferencia sea 0 estaremos en el final de nuestra pista, dada la dirección del aterrizaje, el inicio estará 7.400 m. más adelante.

a ALTURA RELATIVA DE LA PISTA (AR)

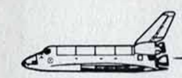
A
DISTANCIA FRENTE PISTA (PF)
LIMITE SUPERIOR
ANGULO NAVE (GP)
AR
AL
LIMITE INFERIOR
MN
FRENTE PISTA
A1
PT,PV
AR
40 PIXELS
FUERA DE PANTALLA

B
PF
LIMITE SUPERIOR
GP
AL
AR
MN
LIMITE INFERIOR
B2
PT,PV
Y=40
AR
Y=78

C
PF
GP=A
AL
AR
MN
C3
PT,PV
AR

AR = INT(40/(PF/COS(GP)/2)*(AL+1)

Fig. 47 Altura relativa de nuestra pista



Tenemos determinado ya el punto de referencia en nuestro horizonte por medio de las variables **PT** y **PV**; vamos ahora a determinar la separación que debe existir entre ese punto y el inicio de la pista, este valor vendrá dado por la distancia total de la nave y la altura que ésta tenga, así como su ángulo de incidencia. En la figura 47 tienes varios ejemplos de lo que debe hacer esta variable.

En el ejemplo A de la figura 47 podemos observar cómo -debido a la distancia, altura e inclinación- no es posible ver el inicio de la pista. Esta queda por debajo del ángulo de visión de la nave, la imagen que obtendríamos, en nuestra pantalla sería la A1, en la que la pista se **sale** de nuestra ventana de observación. Sin embargo, en el ejemplo C, conservando la misma inclinación **GP**, pero con una altura inferior, nuestra pista queda completamente dentro, e incluso en el dibujo se reduce la distancia entre el frente y el final.

En B lo que variamos es la inclinación **GP**, con un resultado parecido al de C1, únicamente que en este caso la separación entre inicio y final es mayor, si variáramos la distancia conservando el mismo ángulo, lógicamente también variaría **AR**. Para hallar **AR** aplicamos la fórmula **PF/COS(GP)/2**, con la que obtenemos el cateto vertical, este cateto representa el equivalente de la distancia entre el límite superior e inferior de nuestro horizonte, la diferencia en pixels que hay entre estos límites es de 40 pixels.

Si dividimos estos 40 pixels por el resultado de la fórmula tendremos un porcentaje correspondiente a cada unidad de este resultado. Multiplicando ahora este porcentaje por la altura nos dará un producto, que variará en forma directamente proporcional con ésta, mientras que lo hace inversamente con la distancia **PF**. El valor de **AR** debe moverse entre los márgenes de 0 a 78, dado que con nuestra fórmula podemos sobrepasar ampliamente el valor máximo, deberemos limitarlo mediante nuestro programa, pero esto lo veremos más adelante.

GRADOS PISTA (GP)

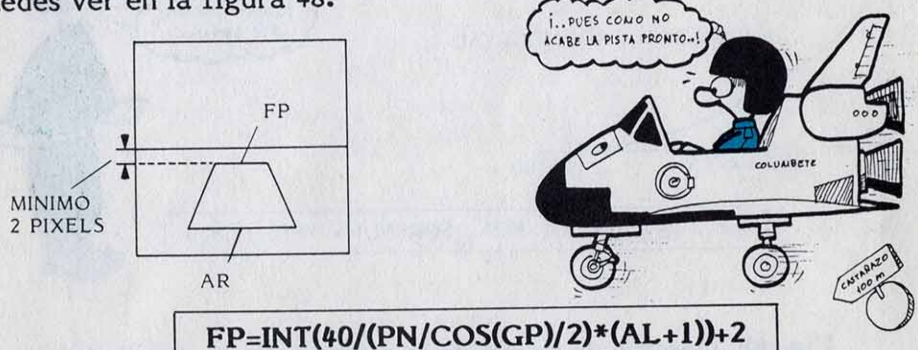
En la fórmula anterior utilizamos la variable **GP**, esta variable corresponde a la conversión de la inclinación en grados de nuestra nave, **GR**, a radianes. Dado que son varias las fórmulas que hacen uso de este valor en esta parte del programa, es preferible hacer el cálculo una vez, asignándole a una variable, que realizarlo en cada una de las fórmulas.

GP=GR/57.296

POSICION RELATIVA FINAL DE PISTA (FP)

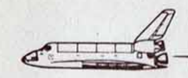
Este posicionamiento es exactamente igual en su planteamiento al de **AR**, la diferencia es únicamente que aquí utilizamos **PN** (sin doble intención...) en lugar de PF, por lo tanto lo explicado para el posicionamiento de la parte frontal de la pista **AR**, es válido también para el final de ésta (FP).

En esta fórmula hay una variación con respecto a la de **AR**, al final sumamos 2 al valor obtenido, esto es para fijar una distancia mínima entre la línea de horizonte y el dibujo de nuestra pista, tal y como puedes ver en la figura 48.



FP=INT(40/(PN/COS(GP)/2)*(AL+1))+2

Fig. 48 Posicionamiento posterior de la pista (PN)



ANCHURA RELATIVA DE LA PISTA (AP)

Los cálculos que hemos realizado hasta ahora varían el **aspecto** de nuestra pista únicamente en sentido vertical, pero también debemos hacer que cambie en sentido horizontal, o sea, que varíe el ancho dependiendo de la distancia a la que es contemplada. En la figura 49 tienes la representación gráfica de lo que debemos realizar con esta variable **AP.**

Ⓐ
DISTANCIA
AL
PF
AR
PISTA
FP

Ⓑ
0
VARIACION LINEAL
ANCHO
36
Ø
DISTANCIA
15000

Ⓒ $AP = 39 + (-.0024 \cdot SQR(AL^2 + PF^2))$

Ⓓ
36
ANCHO
VARIACION EXPONENCIAL
Ø
Ø
DISTANCIA
15000

¡..QUE FOLLON..!

¡..SEÑOR, SEÑOR.. QUE DRAMA..!

$$AP = INT(((39 + -.0024 \cdot SQR(AL^2 + PF^2))/11.3)^3)$$

Fig. 49 Cambio de ancho de la pista según la distancia

Primeramente calculamos cuál es la distancia a la pista, esta medida es la hipotenusa del ángulo formado por AL y PF, y como espero que te acuerdes de lo que dijo Pitágoras, no te explico eso de que la suma de los cuadrados de los catetos, etc., etc.

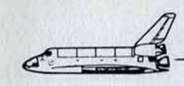
Una vez hallada esta distancia (A), recurrimos a nuestra vieja conocida la "interpolación lineal" para determinar cómo debe variar el ancho a través de unos límites. En lo que se refiere a la pista, estos límites son de 0 a 36 para el ancho, y de 0 a 15.000 m. para la distancia. Esto nos da un factor negativo de -.0024, si este factor lo multiplicamos por la hipotenusa, cuanto mayor sea ésta, menor será el producto, o más negativo si lo prefieres, variando entre 0 a -36 para distancias comprendidas entre 0 a 15.000. Sumando 39 a este resultado tendremos 39 y 3, respectivamente.

Con esto hemos logrado que el ancho varíe linealmente con la distancia, pero la variación debe ser exponencial, para ello dividimos el resultado por un número (11,3) que nos da un cociente que elevado al cubo corresponde al resultado máximo (39), pero que en el resto de las distancias, debido al aumento exponencial, hace que la variación de la anchura corresponda al dibujo D.

DIBUJO DE LA PISTA

¡Como puedes ver, todo llega en esta vida! Por fin vamos a dibujar nuestra anhelada pista de aterrizaje, verás cómo merece la pena el tiempo que hemos invertido hasta aquí. Bueno, después de la paliza matemática no voy a aburrirte más, así que vamos derechos al dibujo.

Como puedes ver, el dibujo de la figura 50 es autoexplicativo, ya habrás adivinado que la instrucción que vamos a emplear para realizar la pista va a ser **DRAW**, la obtención de las variables **P1**, **P2** y **P3**, queda suficientemente explicada en el dibujo, pero si lo deseas puedes dar valores a **AP**, **AR** y **FP**, obtener las variables y comprobar cómo cambiando FP cambia P1 y P2.



P1=AR-FP
P2=(AP-(AR-FP))·2+4
P3=AP+2

Fig. 50 Desarrollo del dibujo de la pista de aterrizaje

Carga el programa anterior (LAND12) y copia las líneas siguientes:

```
17000 REM DIBUJO PISTA
17010 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT:PT=INT((MT-53
      560!)/4.675)+256
17020 PV=PI-INT((PI-PD)/256*PT)
17030 GP=GR/57.296:PN=INT(MN-55530!):IF PN<1 THEN
      PN=1
17040 PF=PN-7400:IF PF<1 THEN PF=1
17050 AP=INT(((39+-2.4E-03*SQR(AL^2+PF^2))/11.3)^3
      ):AR=INT(40/(PF/COS(GP)/2)*(AL+1)):IF AR+PV>
      78 THEN AR=78-PV
17060 FP=INT(40/(PN/COS(GP)/2)*(AL+1))+2:IF FP+PV>
      78 THEN LINE(0,78)-(255,78),12:FP=78-PV
17070 P3=AP+2:P1=AR-FP:IF P1>P3 THEN
17080 P2=(AP-(AR-FP))*2+4:IF P2<0 THEN P2=0
```

```
17500 REM BORRADO Y DIBUJO
17510 DP$="BM-0,+"+STR$(AR)+"L"+STR$(P3)+"E"+STR$(
      P1)+"R"+STR$(P2)+"F"+STR$(P1)+"L"+STR$(P3):P
      SET(X1,Y1),12:DRAW BP$:BP$=DP$
17520 IF FP+PV<78 AND ABS(PT-127)<125 THEN PSET(PT
      ,PV),12:DP$="C1"+DP$:DRAW DP$
17530 X1=PT:Y1=PV:RETURN
```

DIBUJO PISTA
17010 KEY STOP
17020 PT
PV
17030 GP
PN
PN<1 — SI → PN=1
17040 PF
PF<1 — SI → PF=1
17050 AP
AR
AR+PV>78 — SI → AR=78-PV
17060 FP
FP+PV>78 — SI → BORRADO LINEA FINAL → FP=78-PV
17070 P3
P1
P1>P3 — SI → P1=P3
17080 P2
P2<Ø — SI → P2=Ø
17500 BORRADO Y DIBUJO PISTA
RETURN

¡.. AL FIN LA PISTA..!

Fig. 51 Carta de flujo obtención variables pista

Después de todas las explicaciones, el listado y el flow-chart, creo que no necesitas que te amplíe mucho más, únicamente las limitaciones que tienen **AR** y **FP**, ya hablamos anteriormente de que tendríamos que limitar el valor de **AR**, esto se debe a que nuestra ventana acaba en la coordenada vertical Y79, por lo que para no **borrarla** deberemos limitar el dibujo de la pista a Y78, y esto es lo que hacemos en la línea 17050, lógicamente sumamos **PV** a **AR** para sacar el valor total. Lo mismo sucede con **FP**, pero en este caso significa que hemos **sobrepasado** nuestra pista, por lo tanto debemos borrar la última línea, correspondiente al final de dicha pista. Una vez **FP** alcanza este valor ya no vuelve a dibujarse la pista, por la condición impuesta en la línea 17520. En la figura 51 tienes la carta de flujo correspondiente a la obtención de las variables, y en la 52 la de borrado y dibujo de la pista.

¿..Y ESTO CUANDO PARA..?

17500 BORRADO Y DIBUJO

17510 CADENA DP$

PSET X1, Y1

BORRADO PISTA (BP$)

BP$=DP$

17520 FP+PV<78 — NO / SI

ABS(PT-127)<125 — NO / SI

PSET PT, PV

DIBUJO PISTA (DP$)

17530 X1=PT

Y1=PV

RETURN

Fig. 52 Carta de flujo dibujo pista

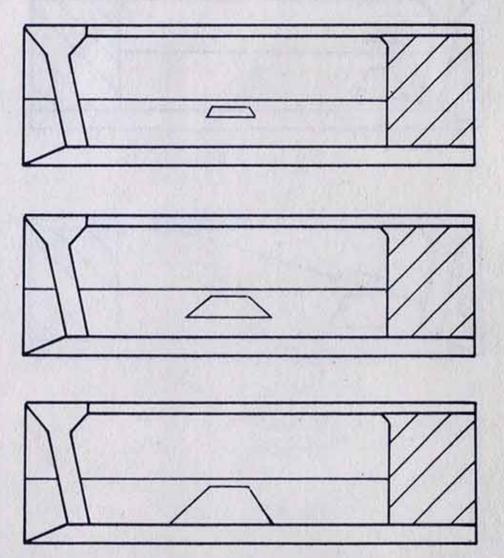
El dato importante que debes tener en cuenta de la figura 52 es el **color** con que se dibuja la pista, la cadena BP$ es la que utilizamos para borrar el dibujo anterior antes de dibujar el actual, esta cadena se dibuja del mismo color que el fondo del horizonte, verde (12), como puedes ver en la línea 17510. La cadena DP$ es la encargada de dibujar la pista y se traza en negro, a pesar de que la instrucción PSET de la línea 17250 señala el color verde (12), esto lo hacemos para evitar que se vea la **mota** que dejaría esta instrucción (PSET) si fuera en negro, este color lo logramos sumándole "C1" a DP$ en la misma línea.

Salva ahora el programa bajo el nombre de LAND12 y vamos a hacer unas pruebas con él.

CSAVE "LAND12"

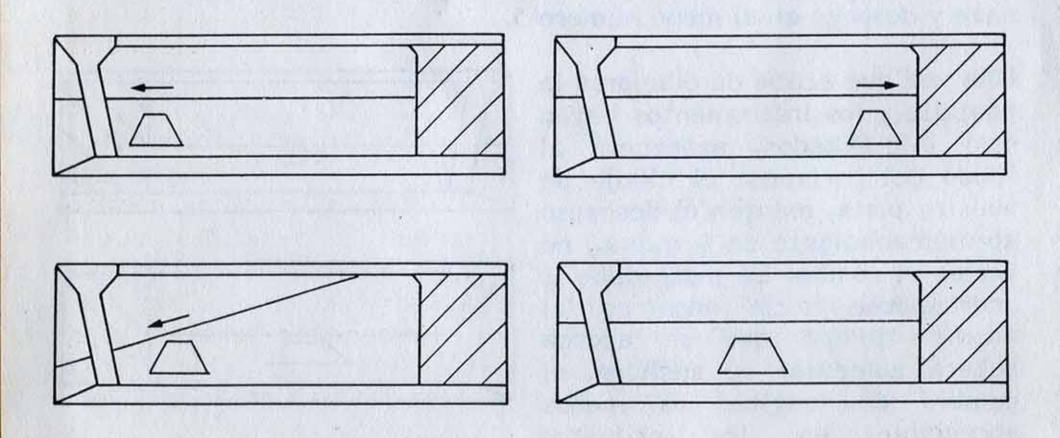
La subrutina que acabamos de terminar no nos sirve para aterrizar nuestra nave... ¡pero no te apures que ya falta menos...! Con ella únicamente podemos visualizar nuestra pista **mientras estemos en vuelo,** de cualquier forma, es aquí donde tienen aplicación todas las variables que hemos confeccionado, así que ponte a los mandos de tu nave y despega en el menú número 5.

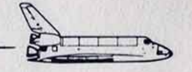
Una vez que acabe de dibujarse la pantalla y los instrumentos hayan sido inicializados, aparecerá al fondo del horizonte el dibujo de nuestra pista, mantén el descenso aproximadamente en 4 m.p.s., no varíes el rumbo. La pista debe ir acercándose hacia nosotros, al mismo tiempo que se acerca deberá aumentar su anchura, el cambio de longitud es menos apreciable en los primeros momentos, cuando alcances el principio, éste no deberá **meterse** en la cabina, ni tampoco quedar alejado de ella.



Si todo ha ido bien, para el programa y arráncalo de nuevo en el mismo punto, si algo falla repasa el listado. Una vez que la pista aparezca de nuevo, haz que la nave gire tres grados, por ejemplo 93º, una vez que alcances este valor equilíbrala de nuevo. La pista debe desplazarse hacia la izquierda, desapareciendo de la pantalla.

Gira ahora a 87º, al cabo de un tiempo la pista debe aparecer por donde se fue, desplazándose hacia la derecha y desapareciendo como anteriormente ¡vigila la **velocidad vertical** en los giros...! Prueba otra vez desde el principio a girar de forma constante de grado en grado, es decir, pulsa una sola vez una tecla de dirección hasta que veas que el horizonte se ha inclinado. La pista debe desplazarse siguiendo esa línea inclinada, sin salirse ni sin separarse del horizonte, si todo esto funciona podemos decir que el programa está correcto. Puedes arrancarle ahora en el punto 4 y tratar de acercarte a la pista perdiendo el mínimo de altura, no se trata de aterrizar, sino de verla desde una cota más alta, con el fin de sobrevolarla para que aprecies cómo varía su tamaño con la altura. ¡Bueno, puedes probar hasta que te canses... y cuando quieras continuamos con el siguiente capítulo...!





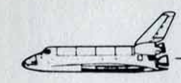
Comprobando nuestro aterrizaje

Supongo que habrás realizado un montón de pruebas tratando de orientarte y aterrizar la nave, también estoy seguro de que todas han acabado igual... con un ruido y el programa bloqueado. En casi todos los simuladores de vuelo hay un bloque en el programa que se encarga de analizar las condiciones de vuelo y aterrizaje, este bloque es accedido cuando una condición que se considera vital no es cumplida.

Un ejemplo de esto lo tenemos en la línea 19310, VL EXCES, como recordarás, si desatendemos la alarma de velocidad excesiva el contador **PE** alcanzará el valor 6, en cuyo momento somos enviados a la subrutina CATASTROFE..., nuestra nave acaba de volatizarse en el aire como consecuencia de la velocidad...

Pero nosotros necesitamos saber qué es lo que ha sucedido, metidos de lleno en la conducción, y absortos en la contemplación de los instrumentos, nos encontramos de golpe con un ruido y nuestro programa parado. En este capítulo vamos a realizar la subrutina que nos indicará qué fue lo que hicimos mal, ya hemos visto un ejemplo de lo que puede pasarnos en vuelo, pero aparte de esto, el resto de los **accidentes** nos sucederán en tierra en el momento del aterrizaje, velocidad vertical alta, ruedas dentro, ángulo excesivo, etc., etc. Este análisis se realizará cuando en la línea 11640, CALCULOS, sea detectada una altura 0, este es el momento en que **saltamos** a la línea 14.000, COMPROBACIONES ATERRIZAJE.

Carga el programa anterior LAND12, y disponte a teclear este nuevo bloque de nuestro simulador.



COMPROBACION ATERRIZAJE

14010 AL=Ø

GOSUB DISPLAY ⟺ DISPLAY 11700

LARGO PISTA

14020 ABS(59232-MN)>3700 — SI → TT=1 / NO

ANCHO PISTA

14030 ABS(PT-127)>20 — SI → TT=2 / NO

VELOCIDAD

14040 VL>450 — SI → TT=3 / NO

TREN ATERRIZAJE

14050 TA=Ø — SI → TT=4 / NO

VELOCIDAD VERTICAL

14060 VV>4 — SI → TT=5 / NO

INCLINACION

14070 GR>.35 — SI → TT=6 / NO

ALABEO

14080 ABS(T1)>6 — SI → TT=7 / NO

14090 TT>Ø — SI → CATASTROFE / NO

VV=Ø

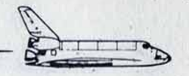
GR=Ø PUESTA Ø INCLINACION

IR=1 (INICIO RECORRIDO)

GOSUB DISPLAY ⟺ DISPLAY 11700

14500 RECUPERACION HORIZONTAL

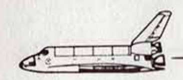
Fig. 53 Comprobación aterrizaje



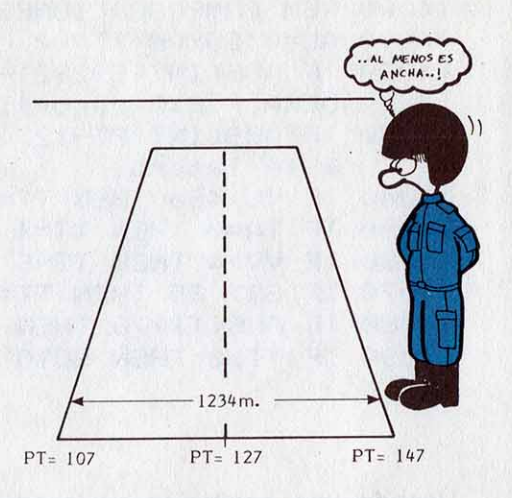
```
14000 REM COMPROBACIONES ATERRIZAJE
14010 AL=0:GOSUB 11700
14020 IF ABS(INT(59232!-MN))>3700 THEN TT=1: REM F
      UERA PISTA recorrido
14030 IF ABS(INT(PT-127))>20 THEN TT=2:REM FUERA P
      ISTA lateral
14040 IF VL>450 THEN TT=3
14050 IF TA=0 THEN TT=4
14060 IF VV>4 THEN TT=5
14070 IF GR>.35 THEN TT=6
14080 IF ABS(TI)>6 THEN TT=7
14090 IF TT>0 THEN GOTO 19400 ELSE VV
```

Usando una expresión no corriente en mí, te diré que este es un programa muy sencillo... ¡Bueno, tampoco es para ponerse así...! Volviendo a la seriedad que el programa merece (¿poca...?), veamos la carta de flujo de la figura 53 y las líneas correspondientes, realmente el programa es muy simple, en la línea 14010 ponemos a 0 nuestra **AL**tura, aparentemente esto no sería necesario, pero debido a las operaciones realizadas en cálculos, es posible que **AL** sea inferior a 0 en el momento de tomar tierra, por eso, y para evitar que nuestro indicador de altura señale que hemos aterrizado en Holanda, es por lo que hacemos **AL**=0, accediendo después a DISPLAY.

El resto del bloque, desde 14020 hasta 14080, comprueba si hemos cumplido todas las condiciones requeridas para nuestro aterrizaje, lo más destacable son las líneas 14020 y 14030, donde chequeamos si nuestra nave está **dentro** de la pista. Si miras la figura 46 verás que el centro longitudinal de nuestra pista corresponde a 80º 31', con un valor de MN=58232, el mismo indicado en la línea 14020, ya que su longitud total es de 7.400 m., cualquier valor absoluto, de la resta realizada en esa línea, mayor de 3.700, significará que estamos fuera de pista.



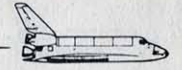
En la línea 14030 hacemos una comprobación similar, sólo que esa vez con relación al ancho de nuestra pista, como vimos al calcular **PT** (figura 44), su valor en el centro del horizonte era 127. Por otro lado en la fig. 39 vemos que cada segundo equivale a 30,85 m. Con esto podemos deducir que el ancho de nuestra pista es de 1234 m. (30,85.20.2), como verás, un ancho **generoso** para evitar que te salgas fuera, si quieres reducir el margen no tienes más que cambiar el margen en 1430.



El resto está suficientemente explicado en el flow-chart, según el error cometido así será el valor de **TT**, si todo fue correcto este valor será 0, con lo que pasaremos al siguiente bloque, pero antes vamos a finalizar con el bloque CATASTROFE. Este bloque es muy sencillo... (¡De verdad...!), en él hacemos uso de la instrucción **PSET** para posicionar un texto en la pantalla, este texto estará de acuerdo con el valor de **TT**, y por lo tanto con el error habido. Para imprimir textos en modo gráfico ya sabes que es necesario abrir el **buffer** de pantalla, esto lo hicimos en la línea 22510, INICIALIZACION.

Unicamente hay una variable **TT** que puede ser generada fuera del bloque COMPROBACION ATERRIZAJE, es TT=3, que también se genera en la línea 11650, CALCULOS EX, esto es para que cuando se produzca el ejemplo descrito al principio del capítulo, y accedamos a CATASTROFE directamente, TT tenga el valor adecuado.

Copia ahora las líneas correspondientes a CATASTROFE y compara los textos con el valor de TT, el proceso de selección únicamente nos indicará un fallo a la vez, en el caso de haber dos al tiempo, el que nos mostrará será el último del flow-chart, en cualquier caso la indicación será suficiente en la mayoría de los casos.



```
19400 REM CATASTROFE
19410 FOR CS=1 TO 5:GOSUB 7010:FOR R=1 TO 200:NEXT
       R:NEXT CS:ON TT GOTO 19420,19430,19440,1945
      0,19460,19470,19480,19490
19420 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!FUERA DE PISTA!":A=
      5000:GOTO 19500
19430 PSET(40,10),1:PRINT #1,)"TE SALISTE DE PISTA
      !":A=5000:GOTO 19500
19440 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!VELOCIDAD ALTA!":A=
      5000:GOTO 19500
19450 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!RUEDAS DENTRO!":A=5
      000:GOTO 19500
19460 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!V.VERTICAL ALTA!":A
      =5000:GOTO 19500
19470 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!ANGULO EXCESIVO!":A
      =5000:GOTO 19500
19480 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!CHOQUE DE ALA!":A=5
      000:GOTO 19500
19490 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!SE ACABO LA PISTA!"
      :A=5000:GOTO 19500
```

RECUPERACION HORIZONTAL

Debido a vientos laterales, o correcciones de última hora, los aviones no aterrizan todo lo bien que quisieran sus pilotos ¡...ya sé que nosotros somos muy buenos...! Pero puede suceder que tomemos tierra con nuestro horizonte inclinado al haber tenido que cambiar el rumbo en el último momento. Ya que el bloque que se encarga del movimiento de nuestra pista no puede corregir esta inclinación, deberemos rectificarla con anterioridad al acceso a dicho bloque (MOVIMIENTO PISTA), esto es lo que vamos a hacer con las líneas siguientes.

```
14500 REM RECUPERACION HORIZONTAL
14510 KEY(1)OFF:KEY(2)STOP:KEY(3)STOP:KEY(4)STOP:K
      EY(5)OFF:KEY(9)STOP:PT=127:GOSUB 17500:IF PD
      =40 THEN GOTO 14550 ELSE RH=PD:IF PD>40 THEN
       GOTO 14520 ELSE FOR R=RH TO 39:GOSUB 11200:
      NEXT:GOTO 14550
14520 FOR R=RH TO 41 STEP-1:GOSUB 11180:NEXT
```

RECUPERACION M.
14510 KEY OFF/STOP
PT=127
CENTRADO PISTA
GOSUB PISTA
BORRADO DIBUJO
17500
SI
PD=40
NO
RH=PD
14520
SI
PD>40
NO
14510
R=RHTO 41 STEP -1
R=RH TO 39
GOSUB 11180
STICK
GOSUB 11200
NO
RH=41
RH=39
NO
PUESTA ∅ INDICADORES

PD < 40
40
PD + 1

PD > 40
PD - 1
40

Fig. 54 Recuperación horizontal

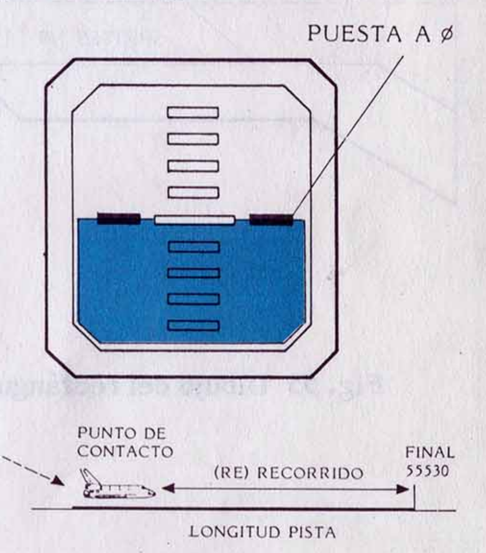
En la figura 54 está la carta de flujo correspondiente a esta parte, primeramente comprobamos si **PD** (pista derecha) es igual a 40, caso afirmativo pasamos al bloque siguiente, en caso contrario comprobamos si es mayor o menor de este valor, dependiendo del resultado tomaremos una u otra rama del flow-chart, las dos hacen prácticamente lo mismo, únicamente que en direcciones opuestas.

Se trata de un loop que se repite un número de veces igual a la diferencia entre la posición **PD** y la horizontal. Desde este loop accedemos a una línea determinada de STICK; esta línea corresponde, según el loop, al incremento o decremento de **PD**, y lo inverso para **PI** (pista izquierda). Hagamos ahora el último bloque de este capítulo.

PUESTA A 0 INDICADORES GR/LA/LO

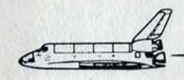
```
14550 REM PUESTA 0 INDICADOR/LA/LO
14560 RE=INT(MN-55530!):GOSUB 7040:LINE(168,104)-(
      215,110),1,BF
14570 GOSUB 7030:FOR R=1 TO 10:SOUND R,10:NEXT:LIN
      E(224,79)-(255,30),1,BF:REM QUINTO SPRITE
```

Con la línea 14090 ponemos en posición central nuestro indicador de inclinación **GR,** en la línea 14560 fijamos cuál es el recorrido que nos queda de pista, 55530 corresponde al final de la misma. Dado que ya hemos aterrizado, no vamos a necesitar más nuestro sistema de orientación, por lo tanto borramos de la pantalla la longitud y la latitud, nuestro control a partir de este momento será visual, la única indicación que aparecerá en nuestro ordenador de abordo será la velocidad.



En la línea 14570 realizamos un rectángulo negro en la parte derecha de nuestra ventana, justo encima de donde están los sprites nº 33. Como sabes, en una misma línea no puede haber más de cuatro sprites, siendo este el número que actualmente tenemos en ese punto, figura 55, pero debido a tener que utilizar dos más, estos (33) resultarán borrados al ser de prioridad inferior, por lo que para no cambiar la apariencia de nuestra cabina (y dado que ya no va a haber movimiento del horizonte que lo borre) dibujamos este rectángulo del mismo color que los sprites que vamos a eliminar. Salva ya el programa con el nombre de LAND13.

CSAVE "LAND13"



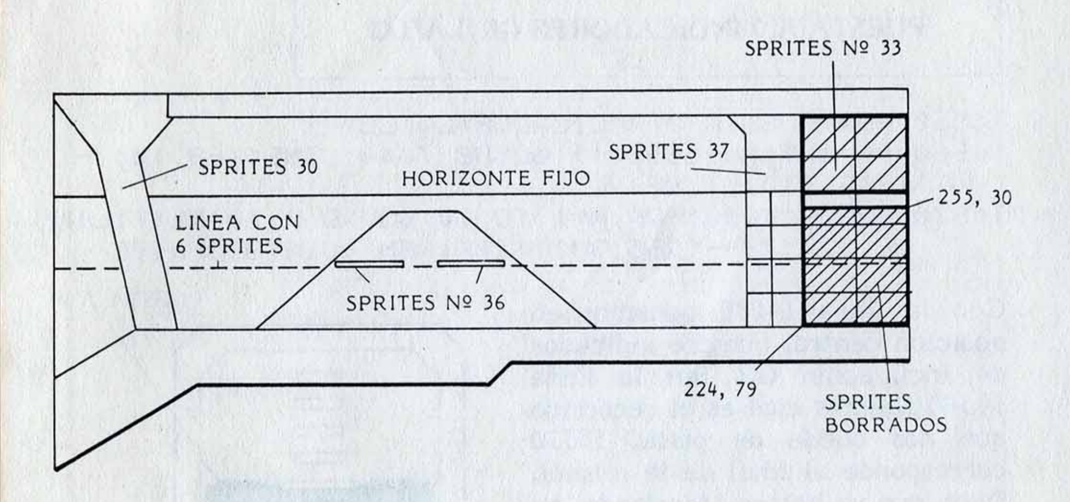
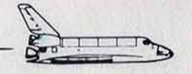


Fig. 55 Dibujo del rectángulo para evitar borrado ventana

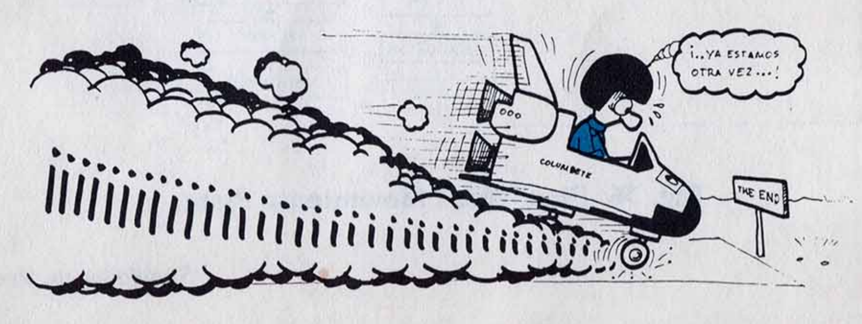


Rodando por nuestra pista

Una vez que hemos aterrizado, pasando de forma satisfactoria todas las comprobaciones realizadas por el programa del anterior capítulo, es el momento de empezar a **rodar** por nuestra pista; esto es lo que vamos a hacer en este capítulo.

Una de las características más importantes que tiene una pista de aterrizaje es su longitud, según ésta, así será el tipo de aviones que podrán aterrizar y despegar de ella, las pistas cortas únicamente pueden ser usadas por aviones ligeros, o especialmente preparados para ellas (STOL); las características del **Columbia** no son precisamente de este tipo, su peso, configuración y superficie alar le convierten en una nave de aterrizaje rápido, unos 350 km/h.

Por lo tanto, nuestra pista debe tener longitud suficiente para permitir el recorrido que debemos realizar mientras frenamos, como puedes comprender 68.000 kg. a 350 km/h. es una energía más que suficiente para quemar el sistema de freno, y las ruedas del tren de aterrizaje, si quisieramos parar la nave en un recorrido corto. La pista original tiene una longitud de unos 4.000 m., la nuestra ya dijimos que sería más larga, 7.400 m., pero el aprovechamiento de esta longitud dependerá del **punto** de ese recorrido en el cual nos posemos en la toma de tierra, de nada nos vale una pista de más de 7 km. si aterrizamos al final de la misma, o restando 300 m. para salirnos de ella....



¡..JO..QUE LIO..!

LOOP PRINCIPAL

MOVIMIENTO PISTA
14610 KEY STOP
CALCULO VL
LV=4
EV=INT(VL)
EV<Ø — SI → EV=Ø
14620 GOSUB CONVERSION ⇔ CONVERSION 12500
BORRADO
DISPLAY VL

CALCULO Y DISPLAY VL

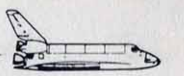
DIBUJO PISTA MOVIL

14630 CALCULO FP
FP>CP — SI → DIBUJO FINAL PISTA (ACTUAL) → BORRADO FINAL PISTA (ANTIGUO) → CP=FP
14640 CALCULO RE
FOR R=1 TO 38
RE<Ø — NO / SI → TT=8 → CATASTROFE 19400
CALCULO IR

LOOP MOVIMIENTO PISTA

IR<Ø — SI → IR=Ø
NO
IR+FP>80 — SI → R=37 → IR=1
14650 PUT SPRITE
R+1
R=38 — NO (vuelta al loop) / SI → VL=<Ø — SI → ATERRIZAJE OK 14660
NO → KEY ON → CALCULO SP → SONIDO
GOSUB SONIDO ⇔ SONIDO 7010
RETARDO
INICIO/FINAL 19500

Fig. 56 Flow-chart Movimiento Pista



Después de lo explicado, es lógico que una de las cosas que esta parte del programa se encargue de calcular sea la distancia que nos resta de pista, pero hay más cosas que también haremos aquí, así que creo que lo mejor será ir explicando cada una de las funciones sobre la carta de flujo representada en la figura 56.

En la primera parte, líneas 14610-14620, calculamos la velocidad que llevamos, el cálculo es muy sencillo, cada vuelta de loop principal decrementa 300 m./h. a VL, esta reducción es producida por la resistencia del aire y la rodadura sobre la pista, con esta disminución únicamente nuestra nave efectuaría un recorrido más largo del debido, por lo tanto deberemos aplicarle los frenos. Como podemos ver en la subrutina FRENO RUEDA, el valor de **FR** es 10, por lo que la reducción de VL es ahora de 10,3 km./h., en cada vuelta, también podemos aplicar el freno aerodinámico, con lo cual podemos llegar a disminuir 20.3 km./h.

Una vez calculada la velocidad, utilizamos la subrutina CONVERSION para poner su resultado en la pantalla de nuestro ordenador. La siguiente operación es calcular **FP**, esta variable tiene el mismo significado que en DIBUJO PISTA, determina la posición del **final** de la pista, sin embargo, su fórmula es ahora distinta, puesto que conocemos la distancia hasta el final de la pista, y nuestra altura es 0, lo único que debemos determinar es la posición en la pantalla en relación con la distancia. Para ello recurrimos, una vez más, a la **interpolación lineal.** En la figura 57 tienes la fórmula y el dibujo del triángulo del cual la obtenemos.

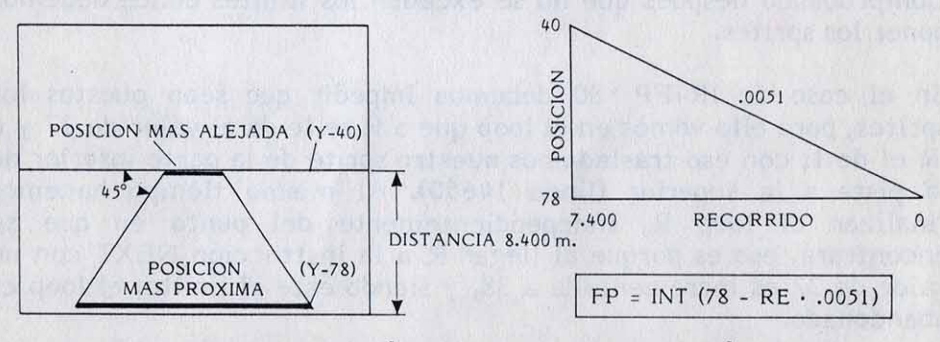
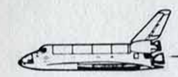


Fig. 57 Interpolación lineal para la obtención de FP



Después de calcular **FP**, comprobamos si su valor es mayor que **CP** (comprobación pista), ésto es con el fin de realizar el dibujo únicamente cuando es necesario, en caso afirmativo (FP> CP) procederemos a dibujar una línea en el punto correspondiente, esta línea tiene una dimensión fija (89-167) y otra que depende de **FP**, cuanto más alto sea su valor más ancha y más abajo la dibujaremos (ver línea 14630).

Después de dibujar la línea que representa el final de la pista comprobamos el recorrido que nos resta **RE**, si éste es 0 significa que estamos rodando fuera, y por lo tanto vamos a CATASTROFE, con un valor de 8 para **TT**, el cual hace que el texto de la línea 19490 sea puesto en pantalla.

En el caso de FP <CP, o bien cuando acabemos el dibujo y borrado de FP, calculamos el valor de **RE**, línea 14640, dividimos la velocidad actual **VL** por 3.6, con lo cual obtenemos los km. recorridos en un segundo, restando este valor a **RE**. Con el loop que nos encontramos después simulamos el movimiento de la pista debajo de nuestra nave. La consecución de este movimiento se realiza desplazando dos sprites (36) desde la posición más alta, FP, hasta la más baja, correspondiente al borde de nuestra ventana.

Para que este movimiento sea más real **condicionamos** la posición de los sprites a la velocidad que llevemos, en la línea 14640 hacemos el cálculo de la variable **IR**, como vemos su valor es incrementado multiplicándole por la suma de 1 más un porcentaje de VL. Comprobando después que no se exceden los límites donde debemos poner los sprites.

En el caso de IR+FP >80 debemos impedir que sean puestos los sprites, para ello vemos en el loop que a R se le da el valor de 37 y a IR el de 1; con eso trasladamos nuestro sprite de la parte inferior de la pista a la superior (línea 14650). Al mismo tiempo hacemos finalizar el loop R, independientemente del punto en que se encontrará, eso es porque al llegar R a la instrucción NEXT con un valor de 37 es incrementada a 38, y siendo éste el límite, el loop es abandonado.

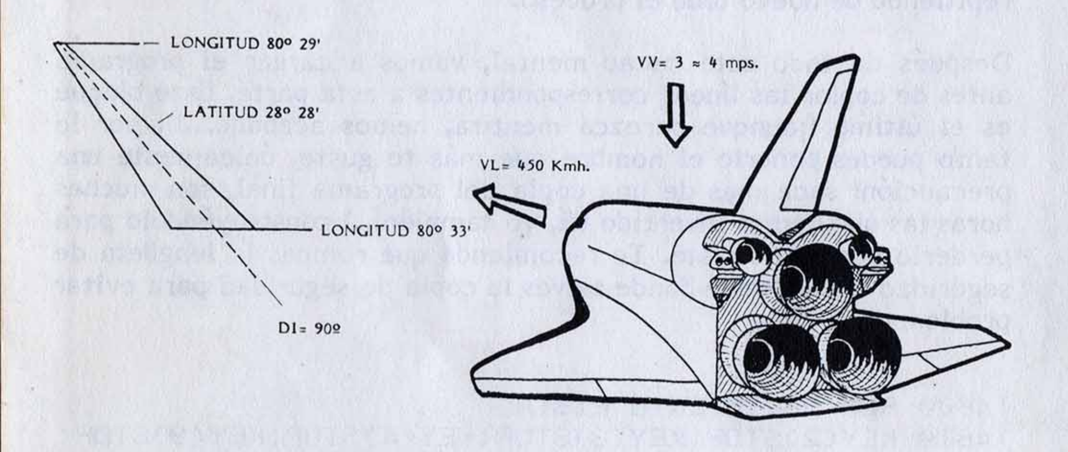
De todo este follón se desprende un resultado (al menos uno...), cuanto mayor sea VL mayor será IR, y cuanto mayor sea IR antes alcanzaremos la condición IR+FP > 80, con lo cual **antes** será dejado el loop R, siendo también mayores los **saltos** entre las posiciones anteriores y actuales de los sprites, y por tanto la sensación de velocidad.

Al abandonar el loop de movimiento, comprobamos si la condición VL < 0 es cierta, si es éste el caso significa que hemos parado **dentro** de la pista, por lo tanto el aterrizaje fue correcto, en caso negativo seguimos **rodando**, conectamos la función KEY para tener acceso a los frenos y adecuamos el sonido a la velocidad que llevemos, repitiendo de nuevo todo el proceso.

Después de todo este cacao mental, vamos a cargar el programa antes de copiar las líneas correspondientes a esta parte. Este bloque es el último (¡aunque parezca mentira, hemos acabado...!), por lo tanto puedes ponerle el nombre que más te guste, únicamente una precaución: saca más de una copia del programa final, son muchas horas las que hemos invertido (sí, yo también...) construyéndolo para perderlo por un despiste. Te recomiendo que rompas la lengüeta de seguridad del cassette donde salves la copia de seguridad para evitar problemas.

```
14600 REM MOVIMIENTO PISTA
14610 KEY(2)STOP:KEY(3)STOP:KEY(4)STOP:KEY(9)STOP:
      VL=VL-(.3+FR+FA/4):LV=4:EV=INT(VL):IF EV<0 T
      HEN EV=0
14620 GOSUB 12500:LINE(169,119)-(181,123),1,BF:PSE
      T(170,123),15:DRAW "BM-3,-0"+D$(D3)+D$(D2)+D
      $(D1)
14630 FP=INT(78-RE*5.1E-03):IF FP>CP THEN LINE(167
      -FP,FP)-(89+FP,FP),1:LINE(167-FP,FP-1)-(89+F
      P,FP-1),12:CP=FP:IF RE<0 THEN TT=8:GOTO 1940
      0
14640 RE=RE-VL/3.6:FOR R=1 TO 38: IR=IR*(1+VL/1000
      ):IF IR<0 THEN IR=0 ELSE IF IR+FP>80 THEN R=
      37:IR=1
```

```
14650 PUT SPRITE 23,(121-IR,FP+IR-17),1,36:PUT SPR
      ITE 10,(121+IR,FP+IR-17),1,36:NEXT
14660 IF VL=<0 THEN PSET(20,10),1:PRINT #1,"!ATERR
      IZAJE PERFECTO!":GOSUB 7010:FOR R=1 TO 5000:
      NEXT:GOTO 19500
14670 KEY(2)ON:KEY(3)ON:KEY(4)ON:KEY(9)ON:SP=VL/40
      :SOUND 6,SP:SOUND 8,SP:SOUND 9,SP:GOTO 14600
```



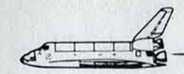
Lección de vuelo

Acabamos de finalizar un interesante programa y es muy posible que nos encontremos con que manejar nuestro simulador es más complejo de lo que habíamos imaginado en un principio... ¡que no decaiga el ánimo, que esto es pan comido...! (Que es lo que se dice en estos casos...).

En el capítulo primero, y a lo largo del libro, se han descrito las distintas fases por las que pasa nuestra nave durante su regreso a la tierra, ahora ampliaremos esta descripción al mismo tiempo que la aplicamos al manejo de nuestro simulador, así que ponte a los mandos y prepárate para conducir el **Columbia** hasta Cabo Cañaveral...

INICIANDO NUESTRAS PRACTICAS

Aproximadamente al otro extremo de la tierra del punto donde debe aterrizar, el **Columbia** invierte su posición respecto al sentido de su marcha, su parte posterior queda al frente con el fin de que los grandes cohetes de maniobra que tiene en esta parte frenen la velocidad que le mantiene en órbita, el encendido de estos cohetes dura aproximadamente dos minutos, este tiempo es suficiente para que nuestra nave pierda velocidad y comience a caer hacia la tierra. En esa fase la nave es girada de nuevo, poniendo otra vez el morro al frente, una hora después empezamos a entrar en la atmósfera, nuestra altura es de unos 150 km., aquí empezamos a sentir el freno impuesto por las capas superiores.



Nosotros cogemos los mandos un poco más tarde, cuando la altura es de 130 km., y la velocidad de 28.000 kilómetros por hora... Nuestro punto de comienzo está situado cerca de la vertical de Ciudad de México, exactamente 100º longitud Oeste y 20º latitud Norte, la dirección o el rumbo que llevamos a la entrada es de 88º.

Si te lías, echa un vistazo al mapa del apéndice antes de que acabes enfebrecido con tanto grado...

Ahora es cuando comienza la parte más crítica y la que requiere mayor atención por parte de la tripulación, de nosotros en este caso, nuestra nave debe pasar por algo que se parece a una metamorfosis (no... no es como la de la rana...).

El **Columbia** debe cambiar desde una nave espacial, que va a una velocidad de 28.000 km/h., a un **planeador** que aterriza a 360 km/h., esta es la primera nave capaz de realizar una misión de este tipo.

Sobre la atmósfera las maniobras de cambio de rumbo e inclinación se realizan mediante la ignición de pequeños cohetes que la nave lleva distribuidos en el morro y la cola, ya que el timón de dirección y el elevador no funcionan por la carencia de aire. Una vez dentro de la atmósfera, el control es ejercido por el uso alternativo de los cohetes y los controles aerodinámicos, esto es en el **Columbia** real, pero en nuestro caso únicamente dispondremos de los controles aerodinámicos para el cambio de rumbo e inclinación, el programa habría sido mucho más complejo de haber añadido los cohetes para las maniobras, cuando realmente en nuestro caso no son necesarios.

De todas maneras contamos con dos sistemas de cohetes, el de freno y el impulsor, el primero debe de ser usado principalmente en esta fase, para determinar la necesidad de su empleo contamos con dos indicadores, el de velocidad lineal **VL**, y el de temperatura **TP.**

VELOCIDAD

FRONT BRAKES

V

VELOCIDAD EXCESIVA

TEMPERATURA

COMBUSTIBLE

PELIGRO

MINIMO

NORMAL

MAXIMO

Fig. 58 Indicadores relacionados con el freno cohete

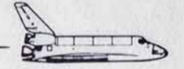
Cuando veamos que el indicador de temperatura se mueve hacia la zona de peligro, será el momento de pulsar la tecla **F1** para que el freno cohete entre en acción, mientras la tecla permanezca pulsada la velocidad irá disminuyendo, y por tanto la temperatura, ambas cosas las podremos ver en sus respectivos indicadores. ¡Pero no te quedes con el dedo pegado al botón...! Al mismo tiempo que decrece la velocidad y la temperatura lo hace el **combustible** para nuestro cohete... y te puedo garantizar que no vamos a encontrar ninguna gasolinera por el camino, así que usa el freno únicamente cuando sea necesario.

En el caso que, por no atender al indicador de temperatura, ésta alcanzara la zona de peligro, la alarma de velocidad excesiva comenzaría a sonar, al mismo tiempo que intermite la letra "V", en este caso no te lo pienses, pulsa **F1** rápidamente y no la sueltes hasta que veas bajar la temperatura. En el **Columbia** real la tripulación cuenta con cinco ordenadores para ayudarles en tareas de este tipo y no tener que vigilar tantos instrumentos, claro que nosotros contamos con un MSX que es capaz de realizar esta labor él solito...

La primera maniobra que debemos realizar, una vez comenzado nuestro programa, es cambiar el rumbo de 88 a 50 grados, esta trayectoria (50) debe ser mantenida hasta que alcancemos 28º de latitud N, en ese momento deberemos empezar a girar **suavemente**, de grado en grado, hasta alcanzar los 80º. No abuses del timón a la hora de corregir el rumbo, éste no es un avión de combate con el cual se pueda maniobrar brusca y rápidamente. Cada giro toma su tiempo y si inclinas mucho la nave después tendrás que nivelarla de nuevo, es preferible, mientras coges práctica con la orientación, pulsar la tecla de dirección hasta inclinar ligeramente el horizonte, vigilar la brújula, equilibrando la nave al llegar al rumbo buscado.

Mientras realizas estas maniobras deberás vigilar el indicador que tienes en la pantalla de la derecha, aquí se refleja la altura relativa con respecto a la posición en que nos encontramos dentro de nuestra trayectoria... ¡Si se te ocurre ir hacia Sierra Madre no sirve...!

Procura que la aguja esté próxima al centro, en caso de que comience a desplazarse, corrige la inclinación hacia el lado adecuado por medio del elevador.



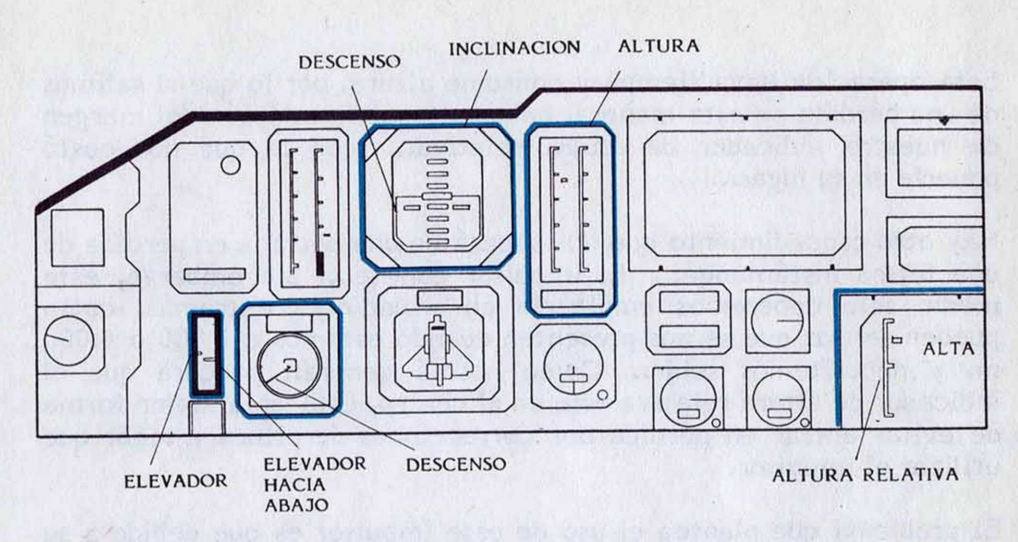
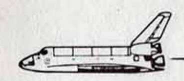


Fig. 59 Ajuste de nuestra altura mediante los indicadores

Lo dicho anteriormente para la dirección, también es válido para la inclinación, no corrijas excesivamente si no quieres verte metido dentro de una cadena de correcciones y contracorrecciones, en el mapa tienes la altura de cada punto de la trayectoria, antes de efectuar la corrección compara tu altura con la que deberías tener, mira cuál es tu velocidad vertical y aplica el elevador hasta que obtengas el cambio necesario en el indicador de **VV**, en ese momento deja el elevador neutral (centrado), si ves que VV no se mantiene, cambia de nuevo la posición del elevador. Repite este proceso hasta que veas que el indicador de altura relativa empieza a moverse, reduce entonces la velocidad vertical a medida que la aguja se aproxima al centro, una vez allí procura mantenerla por medio de pequeñas y continuas correcciones.

Es muy posible que antes, durante o después de las correcciones, acabes metiendo en **pérdida** a la nave, el aviso ya sabes cuál es, la letra "S" en el control de velocidad acompañada de una señal acústica. Al mismo tiempo, nuestra nave **cae de ala** comenzando un giro que nos saca del rumbo, para salir de esta situación tienes dos alternativas, la primera es **picar** hacia el suelo de forma que aumente nuestra velocidad, tratando simultáneamente de recuperar el rumbo que teníamos.



Esta operación lleva tiempo y **consume** altura, por lo que si salimos de una pérdida de esta manera, habremos salido también del margen de nuestro indicador de altura relativa... ¡con lo que nos costó ponerle en su lugar...!

Hay otro procedimiento que nos sacará de una entrada en pérdida de una forma instántanea... ¡El impulsor cohete...! Sin embargo, este medio sólo deberemos emplearlo en situaciones extremas, como pueden ser las que se nos presenten cuando estemos a 3.000 o 4.000 m. y necesitemos **subir...** Como norma general, procura que el indicador de altura relativa esté en el centro, esta es la mejor forma de evitar entrar en pérdida por correcciones de altura y tener que utilizar el impulsor.

El problema que plantea el uso de este impulsor es que debido a su potencia el consumo de combustible es muy grande, por lo que éste se acaba rápidamente, mucho antes de lo que lo hace el del freno cohete, así que, cuando a alturas superiores a 5.000 m., entres en pérdida, piénsatelo dos veces antes de pulsar F5.

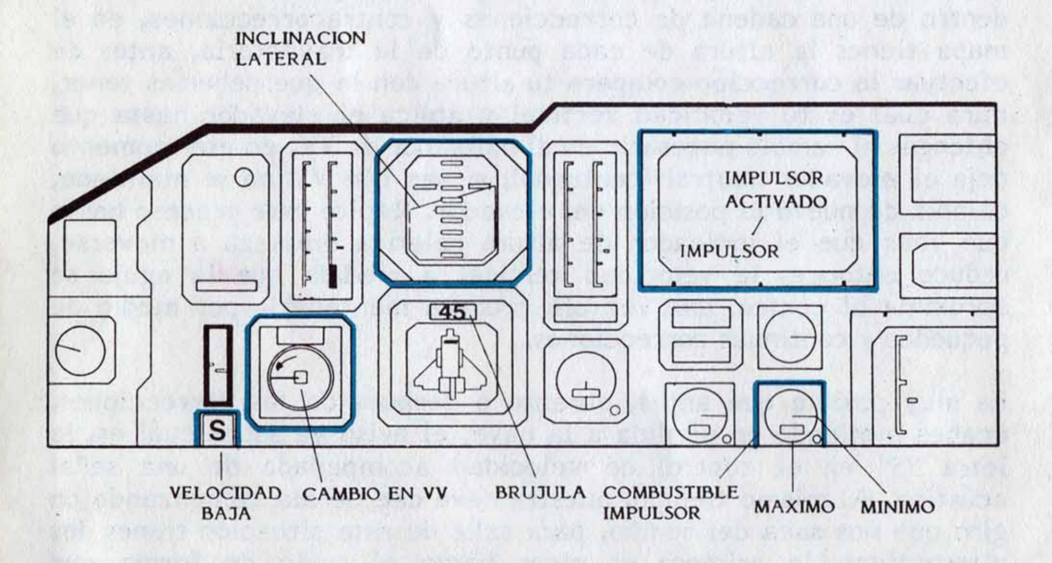


Fig. 60 Entrada en pérdida e impulsor cohete

Una vez que tengas fijada la altura correcta, observa la posición del indicador de inclinación, verás que manteniéndole en un punto la altura relativa también se mantiene, como puedes apreciar, hay con qué entretenerse controlando el **Columbia...**

Al mismo tiempo que vigilas todo lo anterior, deberás comprobar de vez en cuando que el rumbo sigue siendo correcto (50º), en todo caso, un grado más o menos no tiene demasiada importancia en esta fase, lo que sí debes estar atento es a la **Latitud.** Cuando ésta alcance los 28º debes cambiar el rumbo a 75º y estar pendiente de los **minutos** de Latitud (no de los del reloj...), éstos empezarán a aumentar lentamente, cuando la Latitud marque 28º 28' **gira** hasta un rumbo de 85º y vigila el indicador de posición de pista.

Este empezará a moverse desde la izquierda hacia el centro, cuando la aguja alcance la zona más clara pon un rumbo de 89º, ahora el movimiento de la aguja será más lento, pero llegará al centro, en ese momento cambia el rumbo a 90º. ¡Ya estamos en **línea** con la pista de aterrizaje! Revisa el mapa del apéndice para ver estos extremos.

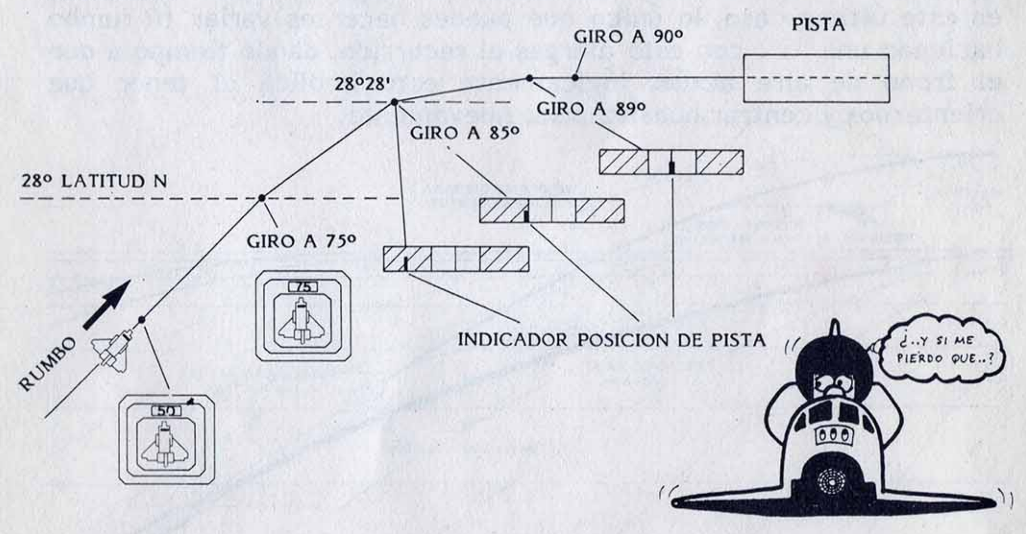
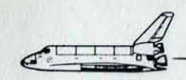


Fig. 61 Orientación hacia nuestra pista de aterrizaje



Si has seguido el rumbo correcto, te debes de encontrar entre los 87 a los 85 grados de longitud Oeste, habiendo realizado 3/4 del recorrido. La distancia a la pista estará comprendida entre los 660 a 500 km., y nuestra altura será superior a los 30.000 m.

Si durante el anterior trayecto fuiste cuidadoso, ahora lo tendrás que ser con mayor motivo, el **Columbia** no puede permitirse el lujo de repetir la fase aproximación **careciendo** de motores para dar la vuelta e intentarlo de nuevo, así que mantén el indicador de altura relativa centrado y procura no entrar en pérdida.

A partir de ese momento debes utilizar el segundo plano del apéndice, aquél en el que figura únicamente Florida. En esta fase la velocidad tiene la máxima importancia, si es baja, y nuestra altura correcta, no podremos llegar a menos que tengamos todavía combustible para el impulsor...

Si por el contrario es muy alta, y ya no tenemos combustible para el freno cohete, es muy posible que no podamos reducirla con el freno aerodinámico únicamente, pasándonos de largo la pista... Si te ves en este último caso, lo único que puedes hacer es variar tu rumbo haciendo una "S", con esto alargas el recorrido, **dando tiempo** a que el freno de aire actúe, lógicamente esto implica el tener que orientarnos y centrar nuestra pista nuevamente.

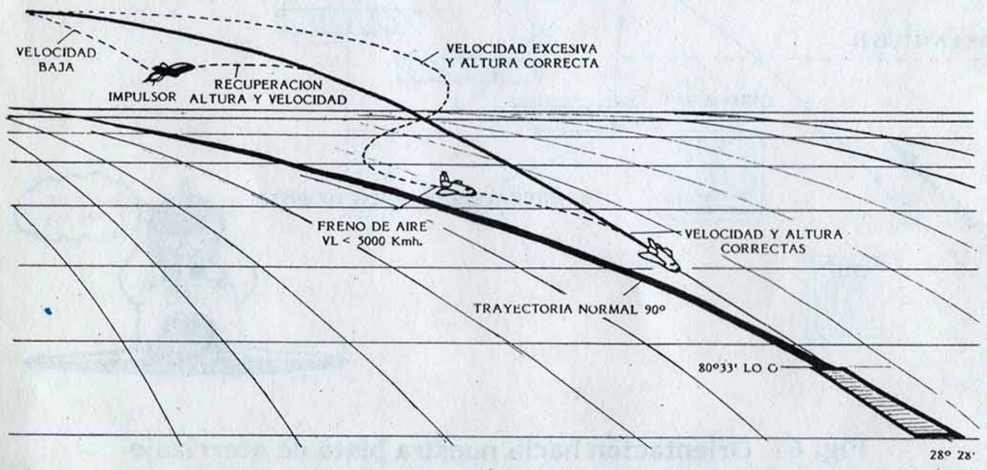
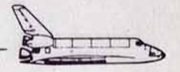


Fig. 62 Corrección de la velocidad



Estamos ya en la fase de aproximación, nuestra longitud es 82º y la altura de 9.000 m., más o menos, desde este punto la aplicación del freno aerodinámico debe ser intensiva, vigila la velocidad y la altura relativa, recuerda que la toma de tierra debes hacerla a 450 km/h. de velocidad máxima, y sobre todo, ten presente que nuestra nave aterriza con las ruedas **sacadas...**

La pista empieza justo cuando la indicación de longitud señala 80º 33', tu altura en ese momento no debe exceder los 200 m., cuanto más baja mejor, siempre que el ángulo de incidencia sea correcto, la velocidad vertical no debe sobrepasar los 4 m.p.s. y la nave debe estar **estabilizada** horizontalmente... ¡Total que nos sacudimos el castañazo con toda seguridad...!

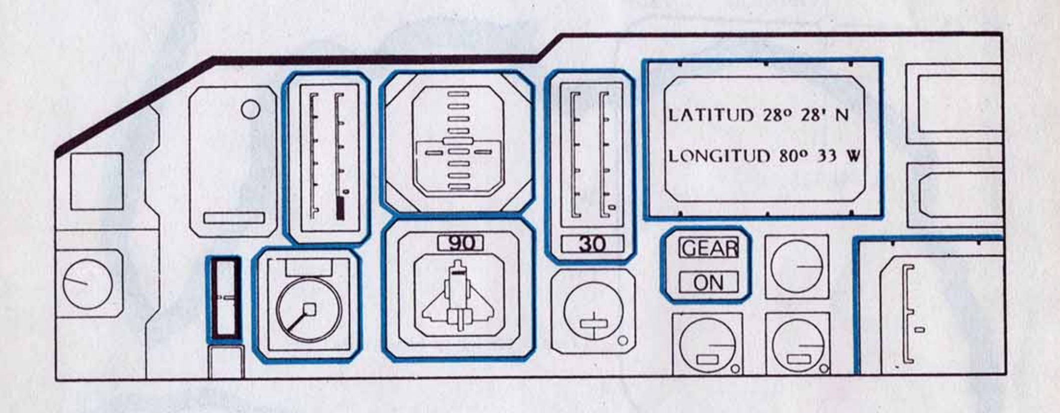
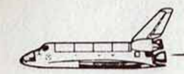


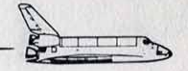
Fig. 63 Instrumentos en el momento del aterrizaje



Una vez en tierra (si todo fue correcto...) aplica rápidamente el freno a las ruedas (F4), y si es necesario usa también el freno aerodinámico, no te preocupes si te pegas algún que otro trastazo, nadie nace enseñado y únicamente la práctica hace al maestro... (¿A que queda bien la frase...?).

Espero que el programa haya servido para familiarizarte un poco más con tu ordenador y enseñarte, aunque sea de una forma simple, como se puede construir un simulador de vuelo. Estoy seguro que con los trucos e ideas que has adquirido haciendo este eres capaz de mejorarlo... ¿Te atreverías a poner otra pista de aterrizaje? Houston está a 96º 40' Long. O. y 26º 28' Lat. N...

Houston
180º
26º28'
96º40'
0º
Trayectoria a Houston
40º



Apéndice 1

MERGE (UNIENDO NUESTROS PROGRAMAS)

Esta parte es para aquéllos que realizaron el programa del primer libro y quieran unirle a éste, si tú eres uno de esos lectores, y quieres hacer todavía más largo este programa, sigue estas instrucciones.

1. Carga el programa de la "BASE MSX".
2. Elimina mediante DELETE todas las líneas de la primera parte desde la nº 10 hasta la **anterior** a la nº 1000.
3. Elimina mediante DELETE las líneas comprendidas entre la **siguiente** a la 1280 hasta la **anterior** a la 8000.
4. Si has añadido alguna posterior a la nº 10750 **elimínala** también.
5. Lista el programa y comprueba que quedan los bloques comprendidos entre las líneas 1000-1260 y 8000-10750.
6. Salva ahora esta parte en otra cinta mediante el siguiente comando:

   CSAVE "BASE", A

7. Carga ahora el programa del simulador y cuando esté cargado teclea esta instrucción:

   MERGE "BASE"

8. Escribe ahora las siguientes líneas:

```
10 REM ATERRIZAJE 07-01-86
20 SCREEN  2,2,1,1:GOTO 11000
100 CLEAR:SCREEN 2,2:COLOR 1,4,1:CLS:GOSUB 1000:GO
SUB 8000
10860 GOTO 19550
19540 GOTO 100
```

9. Salva ahora el nuevo programa con el nombre que te parezca, por ejemplo:

   CSAVE "TOTAL"

Como habrás podido apreciar, no hemos cargado la totalidad del programa "BASE MSX", esto es debido a que no tenemos memoria suficiente para meter los dos completos.

También debo advertirte que **no hagas** esta operación (MERGE) en el caso de que seas uno de esos afortunados que posee una unidad de disco, la memoria que consume el sistema operativo del disco impide la unión de ambos programas. Lo que sucede es que en este caso no es necesaria esta unión, el disco carga a tal velocidad que la espera para cargar cualquiera de los dos programas se reduce a segundos.

Apéndice 2

F1 F2 <2000 Km/h. F3 F4 F5

>2000 Km/h.
<2000 Km/h.

FRENO COHETE
TREN ATERRIZAJE

FRENO AIRE
(PONER)

FRENO AIRE
(QUITAR)

FRENO RUEDA

IMPULSOR

>500 Km/h.

CENTRADO CON LA PISTA

VELOCIDAD

SUBIENDO
EQUILIBRADO
BAJANDO

ALTURA

LATITUD 28.22
LONGITUD 80.33

DIRECCION

VELOCIDAD
VERTICAL

INDICADOR
DEL TIMON
DE PROFUNDIDAD

TEMPERATURA

TREN ATERRIZAJE

FRENO AIRE

ALTURA
RELATIVA

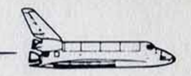
BAJAR

SUBIR

AVISADOR
VELOCIDAD
ALTA "V"
BAJA "S"

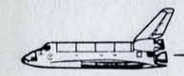
COMBUSTIBLE FRENO

COMBUSTIBLE IMPULSOR

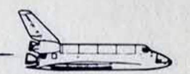


Apéndice 3

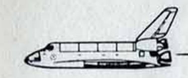
```
10 REM ATERRIZAJE 07-01-86
6990 SCREEN 2,2,1,1:GOTO 11000
7000  REM SONIDO
7010  RESTORE 7110:GOTO 7100
7020  RESTORE 7120:GOTO 7100
7030  RESTORE 7130:GOTO 7100
7040  RESTORE 7140:GOTO 7100
7050  RESTORE 7150:GOTO 7100
7100 FOR R=0 TO 13:READ S:SOUND R,S:NEX
T:R=0:RETURN
7110  DATA 0,0,0,0,0,0,29,7,16,16,16,0,
90,1
7120  DATA 60,5,8,13,100,1,24,4,10,16,1
6,8,200,13
7130  DATA 0,0,0,0,0,0,01,7,06,0,06,0,8
5,14
7140  DATA 0,0,0,0,0,0,30,7,16,00,00,06
0,00,14
7150  DATA 0,0,0,0,0,0,25,7,00,00,16,0,
80,00
10750 REM SALIDA ORBITA
10760 INTERVAL OFF:GOSUB 7010
10770 FOR R=1 TO 600:NEXT R
10780 FOR D=1 TO 50
10790 PUT SPRITE 1,(200,80),11,25
10800 PUT SPRITE 0,(209+X,81),9,26
10810 X=RND(1)*4
10820 PUT SPRITE 0,(0,209)
10830 PUT SPRITE 1,(0,209)
10840 GOSUB 7020:NEXT D
10850 CLS:PUT SPRITE 7,(0,209)
11000 REM ATERRIZAJE
11010 KEY OFF:GOTO 19500
11050 REM DISTRIBUCION
11060 GOSUB 20000:GOSUB 20600:GOSUB 218
00:GOSUB 22500:GOTO 11500
11100 REM STICK ELEV.
11110 ON STICK(0) GOSUB 11140,11140,111
70,11120,11120,11120,11190:RETURN
11120 E=E-.01:IF E<-.11 THEN E=-.11
11130 PUT SPRITE 15,(30,165+E*100),8,41
:RETURN
11140 E=E+.01:IF E>.11 THEN E=.11
11150 PUT SPRITE 15,(30,165+E*100),8,41
:RETURN
11160 REM TIMON
11170 TI=TI+1:IF TI>15 THEN TI=15:GOTO
11210
11180 PD=PD-1:PI=PI+1:GOTO 11210
11190 TI=TI-1:IF TI<-15 THEN TI=-15:GOT
O 11210
11200 PD=PD+1:PI=PI-1
11210 IF ABS(PD-40)<10 THEN LINE(98,PI+
77)-(117,PD+77),1:LINE(98,PI+76)-(117,P
D+76),7
11300 REM DIBUJO HORIZ.
11310 IF PD=L1 THEN RETURN ELSE LINE(0,
PI)-(207,PD),12:LINE(0,PI-1)-(207,PD-1)
,7:L1=PD:RETURN
11500 REM LOOP PRINCIPAL
11510 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY
::R=USR(0):IF VV>999 THEN VV=999
11520 GOSUB 11700:KEY(1)ON:KEY(2)ON:KEY
(3)ON:KEY(5)ON:IF AL>9000 THEN 11600
11530 IF LO=80 AND ABS(INT(MN-67561!))>
13500 OR ABS(INT(MT-52960!))>850 THEN 1
1600 ELSE GOSUB 17000:REM PISTA
11600 REM CALCULOS
11610 GOSUB 11100:RA=VL/(500+.0177*AL):
GR=GR+E-(VL-VS)/1000+ABS(TI/200):IF GR<
-1.5 THEN GR=-1.5
11620 IF GR>1.6 THEN GR=1.6
11630 VS=VL:VL=VL*(GR/100+1)-(RA+TA+FA)
:IF AL>150500! THEN AL=150500!
11640 VV=VL/3.6*SIN(GR/5.7296):AL=AL-VV
:IF AL=<0 THEN GOSUB 7050:GOTO 14000:RE
M GOTO ATERRIZAJE
11650 EX=2000+.216*AL:IF VL<EX THEN PE=
0 ELSE TT=3:GOSUB 19300
11660 TP=4.7+(-4E-03*((VL-EX)--1000)):I
F TP<.5 THEN TP=.5
11670 IF AL >20000 THEN ST=1500+.05*(AL
-20000) ELSE ST=340+.058*AL
11680 IF ST>VL THEN GOSUB 19350
11690 RE=VL/3.6*COS(GR/5.7296):GOSUB 13
000:GOTO 11500
11700 REM DISPLAY/VL
11710 IF VL>2000 THEN GOTO 11740
11720 IF ABS(VL-V1)>20 THEN DV=INT(43+(
-.0215*VL)):PUT SPRITE 20,(63,100+DV),1
5,41:V1=VL:SOUND6,INT(VL/1000):GOTO 117
50
11730 GOTO 11750
11740 IF ABS(VL-V1)>50 THEN DV=INT(43+(
-1.535E-03*(VL-2000))):PUT SPRITE 20,(5
6,100+DV),15,41:V1=VL:SOUND 6,INT(VL/10
00)
11750 REM TEMPERATURA
11760 IF TP>6 OR ABS(TP-T1)<.1 THEN GOT
O 11800
11770 IF TP>4.8 THEN TP=4.8
11780 CIRCLE(144,171),6,1,-TX,-TX:TX=TP
:CIRCLE(144,171),6,3,-TX,-TX:T1=TP
11800 REM GR
11810 IF ABS(R1-GR)>.01 THEN O=GR*30:IF
 ABS(O)<13 THEN PUT SPRITE 11,(101,100+
O),15,38:R1=GR
11850 GOSUB 11100:IF VV>999 THEN VV=999
:REM VV
11860 IF ABS(VV)<10 THEN GOTO 11880 ELS
E LV=4:IF Z1=0 THEN R=3.14+VX*.314:CIRC
LE(67.5,171.5),9,1,-R,R:LINE(77,171)-(6
7,171),15:Z1=1:Z2=0
11870 IF ABS(VV-VX)>.5 THEN EV=INT(ABS(
VV)):VX=EV:GOSUB 12500:LINE(62,155)-(72
,160),1,BF:PSET(63,159),CV:DRAW "BM-3,-
0"+D$(D3)+D$(D2)+D$(D1):IF VV<0 THEN CV
=9 ELSE CV=15
11875 GOTO 11900
11880 IF Z2=0 THEN LINE(62,155)-(72,160
),8,BF:LINE(67,171)-(77,171),1:Z2=1:Z1=
```



```
0:VX=9
11890 IF ABS(VV-VX)>.3 THEN R=3.14+VX*.
314:CIRCLE(67.5,171.5),9,1,-R,R:R=3.14+
VV*.314:CIRCLE(67.5,171.5),9,15,-R,R:VX
=VV
11900 REM AL
11910 IF AL<25000 THEN GOTO 11930
11920 IF ABS(AL-A1)>500 THEN DV=INT(42+
(-3.44E-04*(AL-25000))):PUT SPRITE 21,(
127,100+DV),15,41:A1=AL:GOTO 11950
11925 GOTO 11950
11930 IF ABS(AL-A1)>50 THEN DV=INT(42+(
-1.72E-03*AL)):PUT SPRITE 21,(135,100+D
V),15,41:A1=AL:IF AL<1500 THEN LINE(136
,148)-(151,152),12,BF
11940 IF AL<1000 AND ABS(A-AL)>1 THEN L
V=4:EV=INT(AL):GOSUB 12500:LINE(136,148
)-(151,152),6,BF:PSET(140,152),15:DRAW
"BM-3,-0"+D$(D3)+D$(D2)+D$(D1):A=AL
11950 REM DIRECC
11960 IF DI<>K2 THEN LV=4:EV=INT(DI):K2
=DI:GOSUB 12500:LINE(101,147)-(114,151)
,1,BF:PSET(103,151),15:DRAW"BM-3,-0"+D$
(D3)+D$(D2)+D$(D1)
12000 GOSUB 11100:REM LAT(LA/CT)
12010 IF LA<>K3 THEN K3=LA:LV=4:EV=LA:G
OSUB 12500:LINE(181,104)-(194,109),1,BF
:PSET(183,109),15:DRAW "BM-2,-0"+D$(D3)
+D$(D2)+D$(D1)
12020 IF CT<>K4 THEN K4=CT:LV=3:EV=CT:G
OSUB 12500:LINE(195,104)-(205,109),1,BF
:PSET(195,109),15:DRAW D$(D2)+D$(D1)
12030 IF K7=PL OR AL>9000 THEN GOTO 120
50 ELSE X=INT(PL/20+65):IF X<41 THEN X=
41 ELSE IF X>88 THEN X=88
12040 PUT SPRITE 19,(X,81),6,43:K7=PL
12050 REM LONG(LO/CN)
12060 IF LO<>K5 THEN K5=LO:LV=4:EV=LO:G
OSUB 12500:LINE(181,111)-(194,116),1,BF
:PSET(183,116),15:DRAW "BM-2,-0"+D$(D3)
+D$(D2)+D$(D1)
12070 IF CN<>K6 THEN K6=CN:LV=3:EV=CN:G
OSUB 12500:LINE(195,111)-(205,116),1,BF
:PSET(195,116),15:DRAW D$(D2)+D$(D1)
12080 REM AL SEGUN LO
12090 IF AN=AG THEN RETURN ELSE IF AN<-
15 THEN AN=-15 ELSE IF AN>15 THEN AN=15
12100 AN=AN+174:LINE(232,AG)-(234,AG),1
:LINE(232,AN)-(234,AN),15:AG=AN
12110 RETURN
12500 REM CONVERSION
12510 D1=0:D2=0:D3=0:D4=0
12520 ON LV GOTO 12530,12540,12550,1256
0,12570
12530 RETURN
12540 EV=(EV-D2*10):D1=INT(EV):LV=LV-1:
GOTO 12520
12550 EV=(EV-D3*100):D2=INT(EV/10):LV=L
V-1:GOTO 12520
12560 EV=(EV-D4*1000):D3=INT(EV/100):LV
=LV-1:GOTO 12520
12570 D4=INT(EV/1000):LV=LV-1:GOTO 1252
0
13000 REM DI/LAT/LONG
13010 DI=DI+TI:IF DI>360 THEN DI=DI-360
13020 IF DI<0 THEN DI=360+DI
13050 REM LATITUD
13060 IF DI>=0 THEN GT=90-DI
13070 IF DI>=90 THEN GT=DI-90
13080 IF DI>=180 THEN GT=270-DI
13090 IF DI>=270 THEN GT=DI-270
13100 IF GT=0 THEN GT=.01
13110 CL=RE*SIN(GT/57.296):IF DI>90 AND
 DI<270 THEN CL=-CL:GOTO 13130:REM LA S
UR
13120 CL=ABS(CL):GOSUB 11100:REM LAT NO
RTE
13130 MT=MT+CL:IF MT<0 THEN MT=MT+11111
1!:LA=LA-1:GOTO 13150
13140 IF MT>111111! THEN MT=MT-111111!:
LA=LA+1
13150 CT=INT(MT/1851):PL=INT(MT-52960!)
13200 REM LONGITUD
13210 CL=RE*COS(GT/57.296):IF DI<180 TH
EN CL=-CL ELSE CL=ABS(CL)
13220 MN=MN+CL:IF MN>111111! THEN MN=MN
-111111!:LO=LO+1:GOTO 13240:REM LO ESTE
13230 IF MN=<0 THEN MN=MN+111111!:LO=LO
-1:REM LO OESTE
13240 CN=INT(MN/1851):AN=INT(((.06*(LO*
111111!+MN-8950000#))-AL)/66)
13250 RETURN
14000 REM COMPROBACIONES ATERRIZAJE
14010 AL=0:GOSUB 11700
14020 IF ABS(INT(59232!-MN))>3700 THEN
TT=1: REM FUERA PISTA recorrido
14030 IF ABS(INT(PT-127))>20 THEN TT=2:
REM FUERA PISTA lateral
14040 IF VL>450 THEN TT=3
14050 IF TA=0 THEN TT=4
14060 IF VV>4 THEN TT=5
14070 IF GR>.35 THEN TT=6
14080 IF ABS(TI)>6 THEN TT=7
14090 IF TT>0 THEN GOTO 19400 ELSE VV=0
:GR=0:IR=1:GOSUB 11700
14500 REM RECUPERACION HORIZONTAL
14510 KEY(1)OFF:KEY(2)STOP:KEY(3)STOP:K
EY(4)STOP:KEY(5)OFF:KEY(9)STOP:PT=127:G
OSUB 17500:IF PD=40 THEN GOTO 14550 ELS
E RH=PD:IF PD>40 THEN GOTO 14520 ELSE F
OR R=RH TO 39:GOSUB 11200:NEXT:GOTO 145
50
14520 FOR R=RH TO 41 STEP-1:GOSUB 11180
:NEXT
14550 REM PUESTA 0 INDICADOR/LA/LO
14560 RE=INT(MN-55530!):GOSUB 7040:LINE
(168,104)-(215,110),1,BF
14570 GOSUB 7030:FOR R=1 TO 10:SOUND R,
10:NEXT:LINE(224,79)-(255,30),1,BF:REM
QUINTO SPRITE
14600 REM MOVIMIENTO PISTA
14610 KEY(2)STOP:KEY(3)STOP:KEY(4)STOP:
```

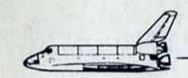


```
KEY(9)STOP:R=USR(0):VL=VL-(.3+FR+FA/4):
LV=4:EV=INT(VL):IF EV<0 THEN EV=0
14620 GOSUB 12500:LINE(169,119)-(181,12
3),1,BF:PSET(170,123),15:DRAW "BM-3,-0"
+D$(D3)+D$(D2)+D$(D1)
14630 FP=INT(78-RE*5.1E-03):IF FP>CP TH
EN LINE(167-FP,FP)-(89+FP,FP),1:LINE(16
7-FP,FP-1)-(89+FP,FP-1),12:CP=FP:IF RE<
0 THEN TT=8:GOTO 19400
14640 RE=RE-VL/3.6:FOR R=1 TO 38: IR=IR
*(1+VL/1000):IF IR<0 THEN IR=0 ELSE IF
IR+FP>80 THEN R=37:IR=1
14650 PUT SPRITE 23,(121-IR,FP+IR-17),1
,36:PUT SPRITE 10,(121+IR,FP+IR-17),1,3
6:NEXT
14660 IF VL=<0 THEN PSET(20,10),1:PRINT
 #1,"!ATERRIZAJE PERFECTO!":GOSUB 7010:
FOR R=1 TO 5000:NEXT:GOTO 19500
14670 KEY(2)ON:KEY(3)ON:KEY(4)ON:KEY(9)
ON:SP=VL/40:SOUND 6,SP:SOUND 8,SP:SOUND
 9,SP:GOTO 14600
17000 REM DIBUJO PISTA
17010 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT:PT
=INT((MT-53560!)/4.675)+256
17020 PV=PI-INT((PI-PD)/256*PT)
17030 GP=GR/57.296:PN=INT(MN-55530!):IF
 PN<1 THEN PN=1
17040 PF=PN-7400:IF PF<1 THEN PF=1
17050 AP=INT(((39+-2.4E-03*SQR(AL^2+PF^
2))/11.3)^3):AR=INT(40/(PF/COS(GP)/2)*(
AL+1)):IF AR+PV>78 THEN AR=78-PV
17060 FP=INT(40/(PN/COS(GP)/2)*(AL+1))+
2:IF FP+PV>78 THEN LINE(0,78)-(255,78),
12:FP=78-PV
17070 P3=AP+2:P1=AR-FP:IF P1>P3 THEN P1
=P3
17080 P2=(AP-(AR-FP))*2+4:IF P2<0 THEN
P2=0
17500 REM BORRADO Y DIBUJO
17510 DP$="BM-0,+"+STR$(AR)+"L"+STR$(P3
)+"E"+STR$(P1)+"R"+STR$(P2)+"F"+STR$(P1
)+"L"+STR$(P3):PSET(X1,Y1),12:DRAW BP$:
BP$=DP$
17520 IF FP+PV<78 AND ABS(PT-127)<125 T
HEN PSET(PT,PV),12:DP$="c1"+DP$:DRAW DP
$
17530 X1=PT:Y1=PV:RETURN
19000 REM FRENO COHETE
19010 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY
:IF CF=<0 THEN PSET(169,130),15:DRAW NB
$:FOR R=1 TO 200:NEXT:LINE(168,130)-(21
5,125),1,BF:IF VL<2000 THEN 19150 ELSE
RETURN
19020 IF VL<2000 THEN GOTO 19150 ELSE S
OUND 8,11: FOR R=1 TO 150:NEXT:SOUND 8,
6:PSET(169,130),15:DRAW FB$:VL=VL-250:V
S=VL*1.00052:CIRCLE(175,182),6,15,-CF,-
CF:CF=CF-.03:IF VL<0 THEN VL=0
19030 TP=4.7+(-4E-03*((VL-EX)--1000)):I
F TP<.5 THEN TP=.5
19040 CIRCLE(175,182),6,1,-CF,-CF:GOSUB
 11700:LINE(168,130)-(215,125),1,BF:RET
URN
19050 REM FRENO RUEDA
19060 IF AL >0 THEN RETURN ELSE FR=10:F
OR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY:IF VL<
15 THEN VL=0 ELSE LINE(184,123)-(210,11
8),1,BF:PSET(185,123),15:DRAW F$:RETURN
19065 RETURN
19070 FR=0:KEY(2)STOP:KEY(3)STOP:PSET(1
80,123),15:DRAW F$:LINE(168,123)-(215,1
18),1,BF:RETURN
19080 RETURN
19100 REM FRENO AERODIN
19110 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY
:IF VL>5000 THEN GOTO 19140 ELSE PSET(1
75,137),15:DRAW AB$:FA=FA+.5:SOUND 9,FA
:IF FA>10 THEN FA=10:RETURN
19120 CIRCLE(199,158),6,15,-RF,-RF:RF=R
F+.2:CIRCLE(199,158),6,4,-RF,-RF:RETURN
19130 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY
:IF FA=<0 THEN GOTO 19140 ELSE FA=FA-.5
:SOUND 9,FA:CIRCLE(199,158),6,15,-RF,-R
F:RF=RF-.2:CIRCLE(199,158),6,4,-RF,-RF:
IF FA>0 THEN RETURN
19140 LINE(169,137)-(215,132),1,BF:PSET
(169,137),15:DRAW NA$:CIRCLE(199,158),6
,15,-RF,-RF:RF=.09:CIRCLE(199,158),6,4,
-RF,-RF:LINE(168,137)-(215,132),1,BF:RE
TURN
19150 REM TRN ATERRZ
19160 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY
:IF AL>1000 THEN RETURN ELSE IF TA=1 TH
EN TA=0:LINE(168,162)-(183,166),4,BF:PS
ET(171,166),15:DRAW OF$:SOUND 10,16:FOR
 R=1 TO 2000:NEXT:SOUND 10,6:RETURN
19170 IF AL<5 THEN GOSUB 19400 ELSE TA=
1:LINE(168,162)-(183,166),8,BF:PSET(173
,166),15:DRAW O$:SOUND 10,16:FOR R=1 TO
 2000:NEXT:SOUND 10,10:RETURN
19250 REM IMPULS COHET
19260 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT KY
:IF CI=<.1 THEN PSET(172,130),15:DRAW N
I$:FOR R=1 TO 200:NEXT:LINE(168,130)-(2
15,125),1,BF:RETURN
19270 IF VL<500 THEN RETURN ELSE SOUND
8,15:SOUND 9,15:FOR R=1 TO 150:NEXT:SOU
ND 8,6:SOUND 9,FA:PSET(177,130),15:DRAW
 I$:VL=VL+150:VS=VL*.99952:CIRCLE(199,1
82),6,15,-CI,-CI:CI=CI-.3:IF CI<.1 THEN
 CI=.1
19280 CIRCLE(199,182),6,1,-CI,-CI:GOSUB
 11700:LINE(168,130)-(215,125),1,BF:RET
URN
19300 REM VL EXCES
19310 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT:LI
NE(40,183)-(47,190),6,BF:PSET(42,184),1
5:DRAW V$:FOR R=1 TO 10:BEEP:FOR R2=1 T
O 20:NEXT:NEXT:PE=PE+1:IF PE>5 THEN GOS
UB 19400
19320 GOSUB 7030:SOUND 6,INT(VL/1000):S
```



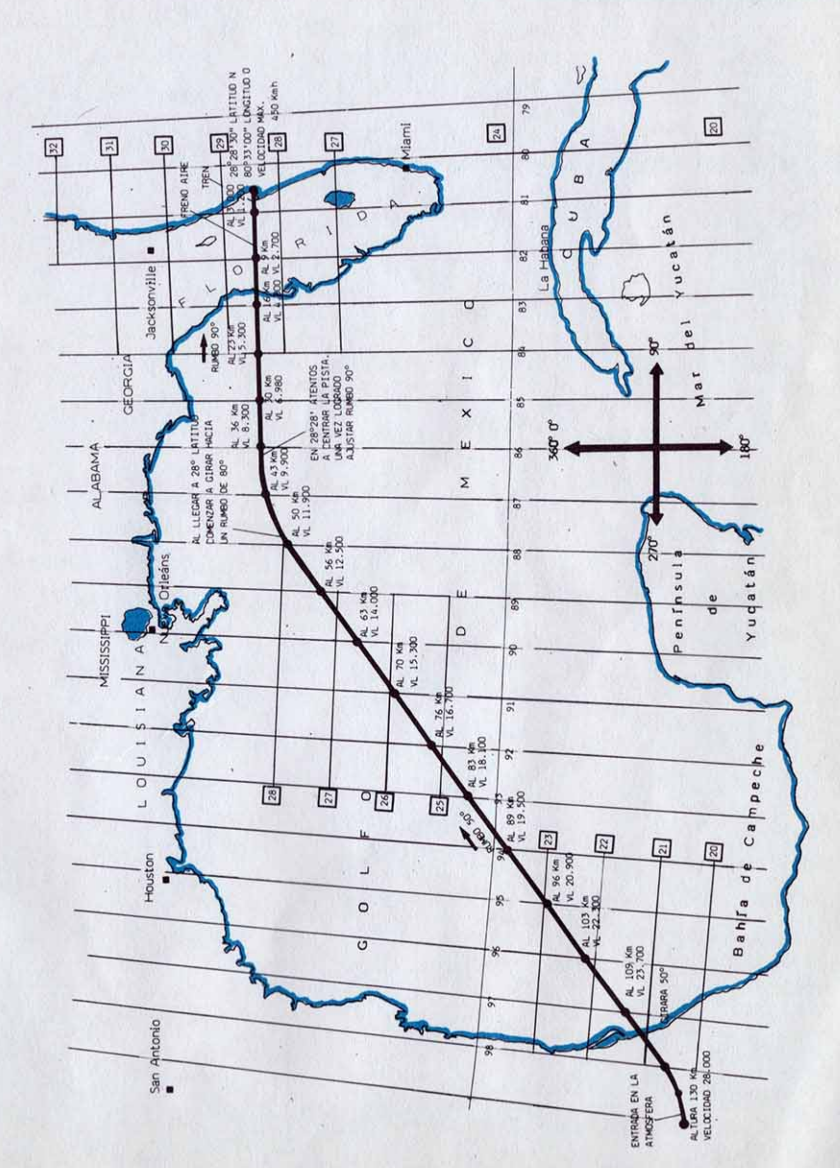
```
OUND 9,FA:LINE(40,183)-(47,190),10,BF:I
F TA=1 THEN SOUND 10,10
19340 IF VL>2500 THEN GOTO 19140 ELSE R
ETURN
19350 REM STALL
19360 FOR KY=1 TO 5:KEY(KY)STOP:NEXT:LI
NE(40,183)-(47,190),6,BF:PSET(42,184),1
5:BEEP:DRAW S$:GR=GR+ST/(1+VL)/10:LINE(
40,183)-(47,190),10,BF
19370 IF VL<300 THEN GR=GR+.2:VL=VL+(GR
*2):IF VL<100 THEN GR=ABS(GR):VL=VL*GR:
VS=VL*1.00052
19380 GOSUB 7030:SOUND 6,INT(VL/1000):S
OUND 9,FA:IF TA=1 THEN SOUND 10,10
19390 GOSUB 11160:RETURN
19400 REM CATASTROFE
19410 FOR CS=1 TO 5:GOSUB 7010:FOR R=1
TO 200:NEXT R:NEXT CS:ON TT GOTO 19420,
19430,19440,19450,19460,19470,19480,194
90
19420 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!FUERA DE
 PISTA!":A=5000:GOTO 19500
19430 PSET(40,10),1:PRINT #1,"!TE SALIS
TE DE PISTA!":A=5000:GOTO 19500
19440 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!VELOCIDA
D ALTA!":A=5000:GOTO 19500
19450 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!RUEDAS D
ENTRO!":A=5000:GOTO 19500
19460 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!V.VERTIC
AL ALTA!":A=5000:GOTO 19500
19470 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!ANGULO E
XCESIVO!":A=5000:GOTO 19500
19480 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!CHOQUE D
E ALA!":A=5000:GOTO 19500
19490 PSET(20,10),1:PRINT #1,"!SE ACABO
 LA PISTA!":A=5000:GOTO 19500
19500 REM FINAL/PRINCIPIO
19510 FOR R=1 TO A:NEXT:SCREEN 0:COLOR
1,7:LOCATE 2,2:PRINT "EMPEZAR EL JUEGO
(1)":LOCATE 2,4:PRINT "ENTRADA ADTMOSFE
RA (2)":LOCATE 2,6:PRINT "MITAD RECORRI
DO (3)":LOCATE 2,8:PRINT "APROXIMACION
(4)":LOCATE 2,10:PRINT "ATERRIZAJE (5)"
19520 LOCATE 2,14:INPUT "PULSA TU OPCIO
N";O:IF O<1 OR O>5 THEN BEEP:BEEP:GOTO
19520
19530 ON O GOTO 19540,19550,19560,19570
,19580
19540 GOTO 10
19550 CLEAR 2000:AL=130000!:VL=28000:GR
=.01:DI=88:LA=20:CT=1:MT=0:LO=100:CN=1:
MN=0:PE=0:PD=40:PI=40:VS=27750:CF=6.283
2:CI=6.2832:RF=-.09:TA=1:TP=5.9:SCREEN
2,2:GOTO 11050
19560 CLEAR 2000:AL=55000!:VL=13600:GR=
.01:DI=89:LA=24:CT=1:MT=0:LO=90:CN=1:MN
=0:PE=0:PD=40:PI=40:VS=13590:CF=6.2832:
CI=6.2832:RF=-.09:TA=1:TP=5.9:SCREEN 2,
2:GOTO 11050
19570 CLEAR 2000:AL=6000!:VL=800:GR=.05
:DI=89:LA=28:CT=1:MT=0:LO=82:CN=1:MN=0:
PE=0:PD=40:PI=40:VS=799:CF=6.2832:CI=6.
2832:RF=-.09:TA=1:TP=5.9:SCREEN 2,2:GOT
O 11050
19580 CLEAR 2000:AL=300!:VL=450:GR=.01:
DI=90:LA=28:CT=1:MT=52960!:LO=80:CN=1:M
N=73000!:PE=0:PD=40:PI=40:VS=449:CF=6.2
832:CI=6.2832:RF=-.09:TA=1:TP=5.9:SCREE
N 2,2:GOTO 11050
20000 REM DIBUJO CABINA
20010 REM FONDO Y HORIZONTE
20020 COLOR 1,7,1:CLS
20030 LINE(0,40)-(207,79),12,BF
20040 LINE(0,80)-(255,191),3,BF
20050 LINE(0,80)-(23,91),12,BF
20060 LINE(0,116)-(43,93),1
20070 LINE(0,92)-(44,85),1
20080 A$="S4R212D5L122G3L88BM-20,-14R23
2":DRAW A$:PAINT(1,94),1
20090 A$="F16R14E16":PSET(-9,0),1:DRAW
A$:PAINT(10,1),1:A$="F10D6R47":PSET(198
,0),1:DRAW A$:PAINT(202,1),1
20100 LINE(0,91)-(23,80),15:LINE(0,110)
-(39,91),15
20110 PSET(39,91),15:A$="S4C15R88E3R125
U8L232":DRAW A$:PAINT(1,94),15
20120 LINE(30,0)-(255,7),1,BF:LINE(31,0
)-(255,6),4,BF:RETURN
20600 REM INSTRUMENTOS
20610 REM **** N.1 Y N.3
20620 A$="R17F2D50G2L17H2U50E2BM+1,+5C1
R15D44L15U44":PSET(63,95),4:DRAW A$:PAI
NT(70,102),1
20630 A$="R17F2D57G2L17H2U57E2BM+1,+5C1
R15D44L15U44":LINE(135,147)-(152,153),4
,B:LINE(136,148)-(151,152),12,BF
20640 PSET(135,95),4:DRAW A$:PAINT(142,
102),1
20650 RESTORE 20670:FOR R=1 TO 4:READ X
,S:FOR A=101 TO 143 STEP 2:PSET(X,A),11
:LINE-(X,A),11:NEXT A
20660 FOR A=101 TO 143 STEP S:PSET(X,A)
,11:LINE-(X+2,A),11:NEXT A:NEXT R
20670 DATA 65,7.5,73,10,137,8.4,145,8.4
20680 LINE(73,135)-(75,143),9,BF
20700 REM **** N.2
20710 A$="R35F3D37G3L35H3U37E3BM+5,+1G7
BM-,+27F7BM+25,-E7BM-,-27H7BM-4,+4C1L17
G8D17F8R17E8U17H8":PSET(90,95),4:DRAW A
$:PAINT(110,120),1
20720 A$="R15F3D21G3L15H3U21E3":PSET(10
0,103),7:DRAW A$:PAINT(114,120),7
20730 A$="R19D9G3L13H3U9":PSET(98,117),
1:DRAW A$:PAINT(102,120),1
20750 REM **** N.4
20760 A$="R25F3D30G3L25H3U30E3 BM+1,+3C
1R23D29L23U29":PSET(55,151),4:DRAW A$:P
AINT(67,166),1
20770 FOR R=1 TO 20:PSET(67.5+10*SIN(R/
10*3.1416),171.5+11*COS(R/10*3.1416)),1
5:NEXT:PSET(77,171),1
20800 REM **** N.5
```

```
20810 A$="R35F3D37G3L35H3U37E3BM+5,+4C1
R25F4D26G4L25H4U26E4":PSET(90,142),4:DR
AW A$:PAINT(110,162),1
20820 A$="R17F3D17G3L17H3U17E3":PSET(99
,154),5:DRAW A$:PAINT(110,160),5
20830 A$="F1D1F1D3F1D3F5D1L4D1L4D2U2L4U
1L4U1E5U3E1U3E1U1E1":PSET(107,156),15:D
RAW A$:PAINT(107,160),15
20850 REM **** N.6
20860 LINE(160,97)-(223,144),15,BF
20870 A$="R49F3D32G3L49H3U32E3":PSET(16
7,101),1:DRAW A$:PAINT(170,106),1:A$="D
4R2BM+2,-0U4R2D2L1R1D2BM+3,-0U4L1R2BM+3
2,+4U4D2R1D1F1U4BM-44,+7D4R2BM+2,-0U4R2
D4L2BM+4,-0U4D2R1D1F1U4BM+31,+0D3R1D1U1
E1F1D1E1U3":PSET(168,105),15:DRAW A$
20880 A$="R8D2R1U2R23D2R1U2R23D2R1U2R8
D49 L8U2L1D2L23U2L1D2L23U2L1D2L8 U49":P
SET(159,96),4:DRAW A$
20900 REM **** N.7
20910 FOR X=1 TO 16 STEP 2
20920 FOR Y=120 TO 137 STEP 2
20930 PSET(X,Y),1:NEXT Y:NEXT X
20950 REM **** N.8
20960 A$="R22F2D42G2L22H2U42E2":PSET(34
,103),4:DRAW A$:CIRCLE(48,112),4,4:LINE
(36,140)-(54,144),4,B
21000 REM **** N.9
21010 A$="R15F2D17G2L15":PSET(0,148),4:
DRAW A$
21020 PAINT(0,150),4:CIRCLE(7,158),7,11
:PAINT(7,158),11:LINE(7,158)-(0,158),6
21050 REM **** N.10
21060 A$="R16F2D18G2L16H2U18E2":PSET(13
6,160),4:DRAW A$:CIRCLE(144,171),7,1: P
AINT(144,171),1
21100 REM **** N.11
21110 A$="R19F2D16G2L19H2U16E2":PSET(16
6,150),4:DRAW A$:LINE (167,161)-(184,16
7),4,B
21120 A$="L2D4R2U2BM+4,-2L2D2R1L1D2R2BM
+2,-0U4R2D2L2R2D2BM+2,+0U4R2D1G1F1D1":P
SET(170,153),12:DRAW A$
21150 REM **** N.12-13-14
21160 RESTORE 21170:FOR A=1 TO 3:READ X
,Y,C:LINE(X,Y)-(X+16,Y+16),C,BF:CIRCLE(
X+8,Y+8),7,15:PAINT(X+8,Y+8),15:NEXT
21170 DATA 167,174,1,191,174,1,191,150,
4
21200 REM **** N15
21210 A$="L27D25R27 BM-,-4L24U17R24":PS
ET(255,97),4:DRAW A$
21220 LINE(232,102)-(255,117),14,BF
21250 REM **** N16
21260 A$="L27D20R27 BM-,-3C12L20H3U08E3
R20":PSET(255,129),4:DRAW A$:PAINT(255,
135),12
21300 REM **** N17
21310 LINE(216,152)-(255,191),15,BF
21320 A$="U31E3R40":PSET(220,191),1:DRA
W A$:PAINT(250,185),1
21330 A$="U39R8D2R1U2R23D2R1U2R10":PSET
(215,191),4:DRAW A$
21340 FOR R=160 TO 188 STEP 2:PSET(228,
R),11:NEXT:A$="R2BM-0,+15L2BM-0,+15R2":
PSET(228,159),11:DRAW A$
21350 REM **** N18
21360 LINE(55,82)-(104,88),1,B
21370 LINE(56,83)-(103,87),7,BF:LINE(74
,83)-(86,87),15,BF:LINE(80,83)-(80,87),
7
21380 LINE(216,82)-(232,86),6,B
21390 LINE(217,83)-(231,85),1,BF
21400 REM **** N19
21410 LINE(39,182)-(48,191),1,B
21420 LINE(40,183)-(47,190),10,BF
21500 REM **** N.20
21510 A$="F7D08G3D08F3D6L30R30D27G3D34"
:PSET(17,108),5:DRAW A$
21550 REM **** N.21
21560 LINE(40,154)-(47,178),1,BF:LINE(4
2,155)-(45,177),15,BF:PSET(42,166),1
21650 REM NUMEñOS DRAW
21660 D$(1)="BM+2,-3E1D4":D$(2)="BM+2,-
4R2D1G2D1R2":D$(3)="BM+2,-4R2D1G1F1D1L2
R2":D$(4)="BM+4,-U4G2D1R2D1":D$(5)="BM+
2,-R1E1H1L1U2R2BM-,+4"
21670 D$(6)="BM+4,-4L2D4R2U2L2D2R2":D$(
7)="BM+2,-4R2D1G2D1BM+2,-0":D$(8)="BM+2
,-U1E2U1L2D1F2G1R1":D$(9)="BM+2,-R1E1U3
L2D2R2BM-,+2":D$(0)="BM+2,-R2U4L2D4R2":
P$="BM+2,-0R0"
21680 REM "S" "V"
21690 S$="R3L3D3R3D2L3":V$="D4F1R1E1U4"
21700 REM FRONT BRAKES
21710 FB$="U4R2L2D2R1BM+3,+2U4R2D1G1F1D
1BM+2,-0R2U4L2D4BM+4,-0U4D1F1D1F1U4BM+2
,-0R2L1D4 BM+5,-0U4R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U
4R2D1G1F1D1BM+2,-0U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4
D2E2G2F2BM+2,-0U4R2L2D2R1L1D2R2BM+2,-0R
2U2L2U2R2"
21720 NB$="U4D1F1D1F1U4BM+2,+4R2U4L2D4B
M+7,+0U4R2L2D2R1BM+3,-2R2L1D4 BM+6,-0U4
R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U4R2D1G1F1D1BM+2,-0U
4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4D2E2G2F2BM+2,-0U4R2
L2D2R1L1D2R2BM+2,-0R2U2L2U2R2":REM IMPU
LSOR
21730 I$="U4BM+2,-0D4U1R2U3D4BM+2,-0U4R
2D2L1BM+3,-2D4R2U4BM+2,-0D4R2BM+2,-0R2U
2L2U2R2BM+2,-0R2D4L2U4BM+4,+4U4R2D1G1F1
D1"
21740 NI$="U4D1F1D1F1U4BM+2,+4R2U4L2D4B
M+7,+0U4BM+2,-0D4U1R2U3D4BM+2,-0U4R2D2L
1BM+3,-2D4R2U4BM+2,-0D4R2BM+2,-0R2U2L2U
2R2BM+2,-0R2D4L2U4BM+4,+4U4R2D1G1F1D1":
REM AIR BRAKES
21750 AB$="U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4BM+2,+4
U4R2D1G1F1D1BM+5,-0U4R2D1G1F1D1L2BM+4,-
0U4R2D1G1F1D1BM+2,-0U4R2D2L1R1D2BM+2,-0
U4D2E2G2F2BM+2,-0U4R2L2D2R1L1D2R2BM+2,-
0R2U2L2U2R2"
```



```
21760 NA$="U4D1F1D1F1U4BM+2,+4R2U4L2D4B
M+7,+0U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4BM+2,+4U4R2D
1G1F1D1BM+5,-0U4R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U4R2
D1G1F1D1BM+2,-0U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4D2E
2G2F2BM+2,-0U4R2L2D2R1L1D2R2BM+2,-0R2U2
L2U2R2":REM TREN ATERR
21770 O$="R2U4L2D4BM+4,-0U4D1F1D1F1U4":
OF$="R2U4L2D4BM+4,+0U4R2L2D2R1BM+3,+2U4
R2L2D2R1":REM FRENO RUEDA
21780 F$="U4R2D1G1F1D1L2BM+4,-0U4R2D1G1
F1D1BM+2,-0U4R2D2L1R1D2BM+2,-0U4D2E2G2F
2BM+2,-0U4R2L2D2R1L1D2R2BM+2,-0R2U2L2U2
R2"
21790 RETURN
21800 REM SPRITES CABINA
21810 RESTORE 21880
21820 FOR A=30 TO 43:A$=""
21830 FOR B=1 TO 32:READ C$
21840 X$="&H"+C$:C=VAL(X$)
21850 A$=A$+CHR$(C):NEXT B
21860 SPRITE$(A)=A$:NEXT A
21870 REM DATAS SPRITES
21880 DATA FA,FF,FA,7F,7D,7F,7D,7F,7D,3
F,3E,3F,3E,3F,1F,1F,F8,F8,F8,FC,7C,FC,7
C,FC,7C,FE,BE,FE,BE,FE,5F,FF
21890 DATA ,,,,,,,,,,,,3,C,30,C0,,,,,,,
,,3,C,30,C0,,,,
21900 DATA ,,,,3,C,30,C0,,,,,,,,,3,C,30
,C0,,,,,,,,,,,,
21910 DATA FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,F
F,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,F
F,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF
21920 DATA 5,7,4,4,C,C,C,C,C,14,24,47,89,
9,9,7,6,40,C0,40,40,60,60,60,60,50,48,C
4,22,20,20,C0,C0
21930 DATA ,,,,,1d,15,19,15,15,,1,3,3,3
,1,,,,,,dc,50,50,50,dc,,c0,e0,60,e0,c0
21940 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,73,,,,,,,,,,,
,,,,,9C
21950 DATA FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,FF,F
F,FF,FF,FF,FF,FF,FF,5F,FF,5F,FF,5F,FF,5
F,FF,5F,FF,5F,FF,5F,FF,5F,FF
21960 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,,F0,,,,,,,,,,,
,,,,,3C
21970 DATA ,,,78,,,78,,,78,,,78,,,FC,,,
,,,,,,,,,,,,,0
21980 DATA ,,78,,,78,,,78,,,78,,,,,,,,,
,,,,,,,,,,,
21990 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,,,7,,,,,,,,,,,
,,,,
22000 DATA ,,,,,,0,1,0,,F,F,F,,,,,,8,10
,,,00,00,00,,E0,E0,E0,,,3,3
22010 DATA ,,,,,,,,,,,,,,,,,,1,1,1,1,1,,
,,,,,,,,
22200 REM POSICINADO SPRITES
22210 A=0:X=8:FOR Y=15 TO 64 STEP 16:PU
T SPRITE A,(X,Y),1,30:A=A+1:X=X+3:NEXT
Y
22220 A=4:FOR Y=15 TO 64 STEP 16:PUT SP
RITE A,(208,Y),1,37:A=A+1:NEXT Y
22230 A=24:FOR X=224 TO 240 STEP 16:FOR
 Y=15 TO 64 STEP 16:PUT SPRITE A,(X,Y),
1,33:A=A+1:NEXT Y:NEXT X
22240 PUT SPRITE 8,(8,78),1,32
22250 PUT SPRITE 9,(-8,78),1,31
22260 PUT SPRITE 11,(101,100),15,38
22270 PUT SPRITE 12,(105,100),15,39
22280 PUT SPRITE 13,(105,116),15,40
22290 PUT SPRITE 14,(100,158),4,34
22300 PUT SPRITE 15,(30,165),8,41
22310 PUT SPRITE 16,(137,163),8,42
22320 PUT SPRITE 17,(168,174),6,42
22330 PUT SPRITE 18,(192,174),6,42
22340 PUT SPRITE 19,(41,81),6,43
22350 PUT SPRITE 22,(59,157),4,35
22360 RETURN
22500 REM INICIALIZACION
22510 DEFUSR=&H156:OPEN "GRP:" FOR OUTP
UT AS #1:AG=174:K7=1
22520 ON KEY GOSUB 19000,19100,19130,19
060,19250,,,,19070:GOSUB 19150:GOSUB 70
30:GOSUB 19040:GOSUB 19280:GOSUB 19120:
GOSUB 7030
22530 RETURN
```

Apéndice 4


San Antonio
Houston
New Orleáns
MISSISSIPPI
ALABAMA
GEORGIA
Jacksonville
Miami
La Habana
L O U I S I A N A
F L O R I D A
C U B A
G O L F O D E M E X I C O
Península de Yucatán
Bahía de Campeche
Mar del Yucatán
ENTRADA EN LA ATMOSFERA
ALTURA 130 Km VELOCIDAD 28.000
RUMBO 90°
360° 0°
90°
180°
270°

32

ALABAMA

31

GEORGIA

Jacksonville

30

FLORIDA

AL LLEGAR A 28° LATITUD
COMENZAR A GIRAR HACIA
UN RUMBO DE 80°

RUMBO 90°

FRENO AIRE

TREN

29

AL 36 Km
VL 8.300

AL 23 Km
VL 5.300

AL 3.000
VL 1.200

28°28'30" LATITUD N
80°33'00" LONGITUD O
VELOCIDAD MAX.
450 Kmh

AL 43 Km
VL 9.900

AL 30 Km
VL 6.980

AL 16 Km
VL 4.900

AL 9 Km
VL 2.700

28

AL 50 Km
VL 11.900

EN 28°28' ATENTOS
A CENTRAR LA PISTA.
UNA VEZ LOGRADO
AJUSTAR RUMBO 90°

27

Miami

MEXICO

24

88 87 86 85 84 83 82 81 80 79

La Habana

CUBA

360° 0°

270°

90°

180°

Mar del Yucatán

20

Introducción práctica al simulador de vuelo

INTRODUCCION PRACTICA AL SIMULADOR DE VUELO nos permitirá utilizar las extraordinarias características del sistema MSX para introducirnos de una forma amena en una simulación tan excitante como es la del regreso a la Tierra de la nave COLUMBIA.

Durante la realización del programa iremos analizando las distintas características que debe tener un simulador de vuelo, desde la reproducción de la cabina, en la parte correspondiente al piloto, hasta el posicionamiento de la pista de aterrizaje, pasando por el reflejo de los instrumentos de los distintos factores que intervienen en el vuelo de un avión.

La estructura de bloques, coincidentes con cada capítulo con que se ha realizado el programa, facilita su comprensión, a la vez que nos permite visualizar los resultados de nuestra programación prácticamente desde el primer momento, sin necesidad de teclear el listado completo.